

Die Darstellung
des
Aluminiums,

Kaliums, Natriums, Magnesiums, Baryums, Strontiums und Calciums

und der

Metalloide Bor und Silicium.

Nach den neuesten Arbeiten

von

**Saint-Clair Deville, Wöhler, Heinrich Rose, Brunner,
Bunsen u. A.**

zusammengestellt

von

Ed. Uhlenhuth.

Mit 1 Tafel Abbildungen.

QUEDLINBURG,

Druck und Verlag von G. Basse.

1858.

193-15K.

Die Darstellung

des

Alumins

Kalium, Natrium, Magnesium, Barium, Strontium und Calcium

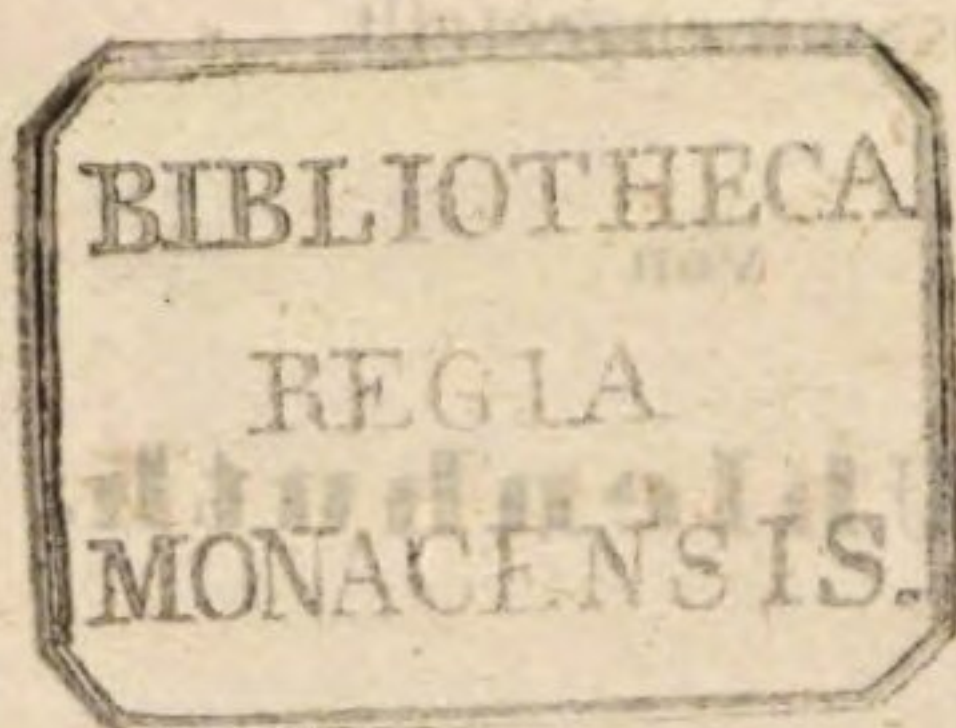
und der

Metallische Iod und Silicium.

Nach den neuesten Arbeiten

von

Saint-Clair Deville, Wöhler, Heinrich Rose, Brunner, Bunsen u. A.



Mit 4 Tafel Abbildungen.

Verlag

Druck und Verlag von G. Hase

1858

I n h a l t.

	Seite
Geschichtliche Einleitung	1
Versuche zur Darstellung des Aluminiums aus Chloraluminium . .	5
Eigenschaften des Chloraluminiums	8
Reduction des Aluminiums aus Chloraluminium	9
Deville's erste Versuche zur Aluminium-Darstellung	10
H. Rose's Darstellung des Aluminiums aus Kryolith	11
Deville's Modificationen des Roseschen Verfahrens	15
Fr. Wöhler's Versuche, aus Kryolith das Aluminium darzustellen .	18
Reduction des Aluminiums durch den galvanischen Strom. Elektro- lyse	19
Darstellung des Kaliums nach der älteren Methode	20
Der schwarze Körper, die Kroken oder Rhodizinsubstanz	27
Donny und Mareska's verbesserte Darstellungsmethode des Kaliums	28
Rectification des rohen Kaliums durch wiederholte Destillation . .	32
Natrium-Darstellung im Kleinen, nach Deville	34
Continuirliche Fabrikation des Natriums in Cylindern, nach Deville	39
Darstellung des Aluminiums aus Chloraluminium im Grossen, nach Deville	43
Eigenschaften des Aluminiums	48
Legirungen des Aluminiums	52
Darstellung der Erdalkalimetalle, des Magnesiums, Baryums, Stron- tiums und Calciums	58
Das Bor	62
Das Silicium	65

Inhalt

1	Einleitung
2	Vorwort
3	1. Abschnitt: Die Bedeutung der Chemie
4	2. Abschnitt: Die Bedeutung der Physik
5	3. Abschnitt: Die Bedeutung der Biologie
6	4. Abschnitt: Die Bedeutung der Geologie
7	5. Abschnitt: Die Bedeutung der Astronomie
8	6. Abschnitt: Die Bedeutung der Meteorologie
9	7. Abschnitt: Die Bedeutung der Ethnologie
10	8. Abschnitt: Die Bedeutung der Anthropologie
11	9. Abschnitt: Die Bedeutung der Psychologie
12	10. Abschnitt: Die Bedeutung der Philosophie
13	11. Abschnitt: Die Bedeutung der Religion
14	12. Abschnitt: Die Bedeutung der Kunst
15	13. Abschnitt: Die Bedeutung der Wissenschaft
16	14. Abschnitt: Die Bedeutung der Literatur
17	15. Abschnitt: Die Bedeutung der Sprache
18	16. Abschnitt: Die Bedeutung der Geschichte
19	17. Abschnitt: Die Bedeutung der Politik
20	18. Abschnitt: Die Bedeutung der Moral
21	19. Abschnitt: Die Bedeutung der Pädagogik
22	20. Abschnitt: Die Bedeutung der Medizin
23	21. Abschnitt: Die Bedeutung der Rechtswissenschaft
24	22. Abschnitt: Die Bedeutung der Sozialwissenschaft
25	23. Abschnitt: Die Bedeutung der Ökonomie
26	24. Abschnitt: Die Bedeutung der Soziologie
27	25. Abschnitt: Die Bedeutung der Philosophie
28	26. Abschnitt: Die Bedeutung der Religion
29	27. Abschnitt: Die Bedeutung der Kunst
30	28. Abschnitt: Die Bedeutung der Wissenschaft
31	29. Abschnitt: Die Bedeutung der Literatur
32	30. Abschnitt: Die Bedeutung der Sprache
33	31. Abschnitt: Die Bedeutung der Geschichte
34	32. Abschnitt: Die Bedeutung der Politik
35	33. Abschnitt: Die Bedeutung der Moral
36	34. Abschnitt: Die Bedeutung der Pädagogik
37	35. Abschnitt: Die Bedeutung der Medizin
38	36. Abschnitt: Die Bedeutung der Rechtswissenschaft
39	37. Abschnitt: Die Bedeutung der Sozialwissenschaft
40	38. Abschnitt: Die Bedeutung der Ökonomie
41	39. Abschnitt: Die Bedeutung der Soziologie
42	40. Abschnitt: Die Bedeutung der Philosophie
43	41. Abschnitt: Die Bedeutung der Religion
44	42. Abschnitt: Die Bedeutung der Kunst
45	43. Abschnitt: Die Bedeutung der Wissenschaft
46	44. Abschnitt: Die Bedeutung der Literatur
47	45. Abschnitt: Die Bedeutung der Sprache
48	46. Abschnitt: Die Bedeutung der Geschichte
49	47. Abschnitt: Die Bedeutung der Politik
50	48. Abschnitt: Die Bedeutung der Moral
51	49. Abschnitt: Die Bedeutung der Pädagogik
52	50. Abschnitt: Die Bedeutung der Medizin
53	51. Abschnitt: Die Bedeutung der Rechtswissenschaft
54	52. Abschnitt: Die Bedeutung der Sozialwissenschaft
55	53. Abschnitt: Die Bedeutung der Ökonomie
56	54. Abschnitt: Die Bedeutung der Soziologie
57	55. Abschnitt: Die Bedeutung der Philosophie
58	56. Abschnitt: Die Bedeutung der Religion
59	57. Abschnitt: Die Bedeutung der Kunst
60	58. Abschnitt: Die Bedeutung der Wissenschaft
61	59. Abschnitt: Die Bedeutung der Literatur
62	60. Abschnitt: Die Bedeutung der Sprache
63	61. Abschnitt: Die Bedeutung der Geschichte
64	62. Abschnitt: Die Bedeutung der Politik
65	63. Abschnitt: Die Bedeutung der Moral
66	64. Abschnitt: Die Bedeutung der Pädagogik
67	65. Abschnitt: Die Bedeutung der Medizin
68	66. Abschnitt: Die Bedeutung der Rechtswissenschaft
69	67. Abschnitt: Die Bedeutung der Sozialwissenschaft
70	68. Abschnitt: Die Bedeutung der Ökonomie
71	69. Abschnitt: Die Bedeutung der Soziologie
72	70. Abschnitt: Die Bedeutung der Philosophie
73	71. Abschnitt: Die Bedeutung der Religion
74	72. Abschnitt: Die Bedeutung der Kunst
75	73. Abschnitt: Die Bedeutung der Wissenschaft
76	74. Abschnitt: Die Bedeutung der Literatur
77	75. Abschnitt: Die Bedeutung der Sprache
78	76. Abschnitt: Die Bedeutung der Geschichte
79	77. Abschnitt: Die Bedeutung der Politik
80	78. Abschnitt: Die Bedeutung der Moral
81	79. Abschnitt: Die Bedeutung der Pädagogik
82	80. Abschnitt: Die Bedeutung der Medizin
83	81. Abschnitt: Die Bedeutung der Rechtswissenschaft
84	82. Abschnitt: Die Bedeutung der Sozialwissenschaft
85	83. Abschnitt: Die Bedeutung der Ökonomie
86	84. Abschnitt: Die Bedeutung der Soziologie
87	85. Abschnitt: Die Bedeutung der Philosophie
88	86. Abschnitt: Die Bedeutung der Religion
89	87. Abschnitt: Die Bedeutung der Kunst
90	88. Abschnitt: Die Bedeutung der Wissenschaft
91	89. Abschnitt: Die Bedeutung der Literatur
92	90. Abschnitt: Die Bedeutung der Sprache
93	91. Abschnitt: Die Bedeutung der Geschichte
94	92. Abschnitt: Die Bedeutung der Politik
95	93. Abschnitt: Die Bedeutung der Moral
96	94. Abschnitt: Die Bedeutung der Pädagogik
97	95. Abschnitt: Die Bedeutung der Medizin
98	96. Abschnitt: Die Bedeutung der Rechtswissenschaft
99	97. Abschnitt: Die Bedeutung der Sozialwissenschaft
100	98. Abschnitt: Die Bedeutung der Ökonomie
101	99. Abschnitt: Die Bedeutung der Soziologie
102	100. Abschnitt: Die Bedeutung der Philosophie

Geschichtliche Einleitung.

Nachdem Davy im Jahre 1807 gezeigt hatte, dass Kali und Natron die Oxyde neuer eigenthümlicher Metalle seien, dass letztere sich aus ihnen mit Hülfe einer kräftigen galvanischen Batterie darstellen lassen, folgten bald weitere Versuche, um auch auf rein chemischem Wege jene merkwürdigen Metalle abzuscheiden. Gay Lussac und Thénard fanden, dass Kali in der Weissglühhitze durch Eisen zersetzt werde; Cureau deau bemerkte, dass auch Kohle statt des Eisens angewandt werden könne, endlich gab Brunner eine Methode an, welche bis jetzt zur Darstellung des Kalium befolgt worden ist, aus Kohle und kohlensaurem Kali dasselbe zu reduciren. Dass sich auch die Radicale der Erdalkalien auf elektrischem Wege reduciren lassen, war bereits durch Davy 1808 durch die Darstellung des Baryums bewiesen und auch für Calcium, Strontium und Magnesium in Aussicht gestellt; indessen beschäftigte sich erst viel später Bussy, nach einer von Wöhler angegebenen Methode, das Magnesium aus seinen Chlorverbindungen abzuscheiden, bis es endlich Bunsen gelang, auf elektrolytischem Wege bequem grössere Mengen von Magnesium zu erhalten.

Das Aluminium war zuerst von Wöhler als ein graues Pulver dargestellt, ihm gebührt die Ehre der Entdeckung dieses merkwürdigen Metalles; zugleich aber gab er den Weg an, auf welchem Saint Claire Deville's Bemühungen, dieses Metall in grossen Massen darzustellen, mit so ausgezeichnetem Erfolge gekrönt wurden.

Auf Kosten des französischen Kaisers Napoleon III. wurden von Deville im Laboratorium zu Javel die umfassendsten Versuche für eine fabrikmässige Darstellung gemacht,

und die letzte Pariser Industrie - Ausstellung vom Jahre 1855 brachte dort Barren von 1 Fuss Länge, 1 Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke von dem merkwürdigen Metalle vor, welches man bisher nur als amorphes Pulver gekannt hatte. Deville übergab ausser Barren von Aluminium und metallischem Natrium auch schöne Massen von Chloraluminium. Dumas wurde der Lobredner des neuen Fortschrittes. 300 Kilogramm Aluminium, also fast 6 Ctr., waren bereits dargestellt, so dass man annehmen konnte, dass die bisherige Bereitungsart sich bereits für einen technischen Betrieb im Grossen eignen werde. Das Aluminium wurde mit Hülfe des Natriums aus seinen Verbindungen reducirt. Als man die Versuche anfang, kostete das Natrium per Kilogramm 1000 Francs, und danach musste sich der Preis eines Kilogramms Aluminiums auf 3000 Francs stellen. Moigno aber konnte bereits im Juni 1855 berichten, dass das Kilogramm Natrium, welches bisher 800 — 1000 Francs gekostet, bereits sich zu 30 Francs darstellen lasse. Es war sonach Aussicht vorhanden, dass die Materialien zu 1 Kilogramm Aluminium sich kaum höher als 32 Francs stellen würden. Jetzt ist freilich das reine Aluminium immer noch sehr theuer, das Loth findet man in Preis - Couranten der Droguisten mit 2 Thlr. berechnet; wenn aber erst volle Sicherheit in dieser Fabrikationsmethode erlangt sein wird, so lässt sich hoffen, dass das Kilogramm Aluminium nicht höher als 5 Francs (= 1 Thlr. 10 Sgr.), also etwas theurer als Zinn à Pfd. 20 Sgr., zu stehen kommt. Dumas weist auf Marseille, als den zweckmässigsten Platz für diese billigste Aluminium - Fabrikation, denn dort würden grosse Mengen von Salzsäure producirt, die sich zur Chloraluminium - Bereitung verwenden lassen, jetzt aber nutzlos verloren gehen; die Schwefelsäure sei dort ausserordentlich billig, und das kohlensaure Natron werde ebendasselbst in ungeheurer Menge (Salzgärten) fabricirt.

Die Arbeiten zu Javel haben, nach Dumas' Aussprüche, der Technik und Wissenschaft ein Reagens von der äussersten Wichtigkeit, das Natrium gesichert; die Natrium - Darstellung ist als gelöstes Problem zu betrachten, die Bereitung desselben hat nicht die Schwierigkeiten der Kalium - Bereitung,

die Handhabung der Apparate ist leicht und gefahrlos, und seine Darstellung vielleicht eben so bequem als die des Zinks. Es kann das Natrium in vollem Flusse mit der Luft in Berührung kommen, ohne sich zu entzünden, es wird unmittelbar rein und aus ununterbrochen betriebenen Apparaten erhalten. Ein so kräftiges Agens wie das Natrium, welches dem Kalium nur wenig nachsteht, muss gestaltend auf Wissenschaft und Kunst einwirken, wenn es billig zur Verfügung steht; es wird neue Wege für die metallurgische Industrie zeigen; mit Hülfe des Natrium lassen sich die Metalle aus ihren wasserfreien Oxyden abscheiden, und die Darstellung von Calcium, Magnesium, Silicium, Borium u. s. w. hat keine Schwierigkeiten. Somit fallen nun auch die reinen Erd- und Alkalimetalle vollständig in den Bereich der industriellen Thätigkeit.

Es konnte nicht fehlen, dass ein so interessanter Körper wie das Aluminium die Aufmerksamkeit der Chemiker und Physiker in hohem Masse erregte. Man brachte Aluminiumstücke von der Pariser Ausstellung mit nach Hause, um seine Eigenschaft zu prüfen; man bezahlte sie zu hohem Preise (das Gramm à 3 Francs), denn es war nicht so viel Metall vorhanden, als begehrt wurde. — Es wurden von Chemikern neue einfachere Darstellungsmethoden versucht; unser Heinr. Rose wies zuerst darauf hin, statt des Chloraluminiums sich der Fluoraluminium-Verbindungen zur Darstellung des Aluminiums zu bedienen; Berzelius hatte bereits durch Anwendung der Alkali-Metalle auf Fluorverbindungen, die vorher noch nicht isolirten Radicale des Siliciums, Zirkoniums dargestellt, er setzte deren Fluorverbindungen in der Hitze den Dämpfen des Kaliums aus; auf die Erdalkali-Metalle hat er jedoch diese Behandlung noch nicht ausgedehnt. Da kam Heinr. Rose auf den Gedanken, aus dem Kryolith, einer Verbindung von Fluoraluminium und Natrium, das Aluminium abzuscheiden. Ein Stück Kryolith hatte er durch Kranz in Bonn erhalten, mit allem Eifer machte der geniale Chemiker seine Versuche, bald liess sich auch das Aluminium mit grösster Leichtigkeit reduciren; allein es schien das Material Kryolith selten zu sein, vielleicht war es Zufall, dass H.

Rose zu einem guten Stück gelangt war! — Es zeigte sich indess, dass grosse Mengen einer gepulverten Steinmasse nach Berlin an die Seifensieder unter dem Namen von Mineralsoda von Kopenhagen her eingeführt wurden, welche sich bald als reiner Kryolith erwiesen, es liess sich der Centner davon mit 3 Thlr. in Berlin kaufen.

Inzwischen hatte man erfahren, dass ein mächtiges Kryolithlager in West-Grönland bei Evigtok im Arksut-Fjord aufgefunden sei. Ein Engländer, Taylor, hatte in das 80 Fuss mächtige Lager einen Schacht von 40 Fuss Tiefe treiben lassen, und betrieb den Abbau bergmännisch. Der Kryolith zeigte sich oben halb weiss, tiefer dunkler, nach unten wurde er fast schwarz, indess war die Farbe unwesentlich, da sie durch leichtes Brennen sich schon verlor. So waren die Besorgnisse, dass dieses Rohmaterial bald mal fehlen könnte, auf welche Brunner hingewiesen, und die ihm Veranlassung zur künstlichen Darstellung der Fluor-Aluminium-Natrium-Verbindungen gegeben hatten, vorläufig zerstreut, und es konnte sich jetzt Jeder mit der Aluminium-Darstellung beschäftigen.

Wenn nun aber auch die Benutzung der natürlichen Fluorverbindung des Aluminiums mit Natrium statt der künstlichen des Chloraluminiums nach Wöhler und Deville schon Vortheile darbietet (wiewohl bis jetzt noch nicht der ganze Aluminiumgehalt des Kryolith gewonnen wird), so ist doch die Anwendung von reinem Natrium, so wohlfeil es auch immer werden mag, immer misslich und kostspielig; man wird also immer noch Versuche anzustellen haben, bei denen die Reindarstellung des Natriums umgangen werden könnte. In dieser Beziehung könnten aber die Arbeiten von Calvert und Johnson, welche primitiv Legirungen aus Eisen oder Kupfer mit Aluminium darstellten, einen bedeutsamen Fingerzeig geben, da sich das Aluminium leicht mit Eisen legirt und das Eisen durch Säuren heraus gelöst wird.

So bleibt die Aluminium-Fabrikation immer noch eine offene Frage, und zu deren Lösung beizutragen, haben wir zur Orientirung das Nachfolgende zusammengestellt.

Das Aluminium wird durch seine merkwürdigen Eigen-

schaften die mannigfachsten Anwendungen in der Industrie finden, aber es wird auch der Wissenschaft Dienste leisten, wie es denn Wöhler und Deville schon gedient hat, das Bor in seinen drei verschiedenen Modificationen darzustellen, von welchen die krystallinische, welche dem Diamant an Glanz und namentlich an Härte, wenn nicht voran, doch gleich steht, ein glänzender Beleg ist.

Wir haben neben der durch Deville vervollkommeneten Natrium-Darstellung noch Donny und Mareska, auch in der Kalium-Bereitung, wie sie sich bereits in grösseren Lehrbüchern (Otto) beschrieben findet, des Ueberblicks wegen aufgenommen, ebenso musste auch das, was man über Darstellung und Eigenschaften der andern Erdmetalle, des Magnesium, Calcium, Baryum bereits aufgezeichnet, herbeigezogen werden, um ein Gesamtbild des Charakters der ganzen Erd- und Alkali-Metallgruppe zu geben, und die Blicke speculativer junger Chemiker auf diese interessanten Körper zu lenken.

Wie im Obigen erwähnt, werden zwei Darstellungsweisen des Aluminiums verfolgt:

- 1) mit Chloraluminium und Natrium,
- 2) mit Fluoraluminiumnatrium und Natrium.

Versuche zur Darstellung des Aluminiums aus Chloraluminium.

Es wird sich hier zunächst darum handeln, Chloraluminium darzustellen. Um diess zu erhalten, wird Chlor über Thonerde, die mit Kohle gemengt ist, geleitet.

Es muss also zunächst Thonerde bereitet werden. Das Material dazu ist entweder Ammoniak-Alaun oder, da dieser nicht so wohlfeil ist, der gewöhnliche Alaun, das Doppelsalz von schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Kali zu verwenden.

1. Bereitung von Thonerdehydrat.

Alaun, welcher durch Krystallisation von Eisenoxyd gereinigt ist, wird in kochendem Wasser gelöst und kohlensaures Kali oder Natron zugesetzt, so lange als dadurch noch ein Niederschlag entsteht. Mit einem kleinen Ueberschuss wird

nun die Masse in mässiger Wärme eine Zeitlang digerirt, um die basisch schwefelsaure Thonerde zu zersetzen, welche von dem kohlensauren Kali anfangs niedergeschlagen wird. Die weisse gallertartige voluminöse Masse wird sorgfältig ausgewaschen; man übergiesst sie wiederholt mit einer grossen Menge Wasser, lässt absetzen und giesst das Wasser ab. Hierauf wird in Salzsäure gelöst, filtrirt und mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, um das kohlensaure Kali oder Natron zu entfernen. Gleich mit Ammoniak gefällt würde basisch schwefelsaure Thonerde niederfallen, und die Schwefelsäure also nicht vollständig entzogen werden; man setzt einen Ueberschuss von Ammoniak hinzu und wäscht wiederum sorgfältig aus.

Man erhält eine gallertartig durchscheinende kleisterähnliche Substanz, welche zu einer gummiähnlichen Masse in der Kälte zusammentrocknend, ein weisses pulvriges trocknes Hydrat giebt.

Es ist in Wasser unlöslich, etwas löslich in kohlensaurem Wasser, leicht in Säuren, welche lösliche Salze bilden, in Kali- oder Natronlauge. Bei starkem Glühen verliert sie ihr Wasser, es bleibt Thonerde in glänzenden gummiähnlichen Krystallen zurück, als weisses erdiges Pulver, welches ebenso unlöslich ist als Kieselerde.

Unmittelbar kann man wasserfreie Thonerde aus schwefelsaurer Thonerde, durch Glühen mit kohlensaurem Natron zusammen und durch Auslaugen erhalten.

Das so eben beschriebene Verfahren, Thonerde mittelst kohlensauren Ammoniaks niederzuschlagen, ist sehr schwer ausführbar, das Auswaschen des gelatinösen Thonerdehydrats erfordert viel Geduld und Ausdauer, ausserdem veranlasst aber der Gebrauch des Ammoniaks als Fällungsmittel grosse Ausgaben.

Aus Ammoniak-Alaun lässt sich zwar Thonerde durch blosses Glühen bereiten, aber derselbe ist nicht überall zu haben, also bleibt Kali-Alaun, und es handelt sich nur darum, die Thonerde bequemer daraus zu erhalten.

Man nimmt also nach Brunner möglichst eisenfreien Alaun und brennt denselben, und zwar erhitzt man ihn so weit,

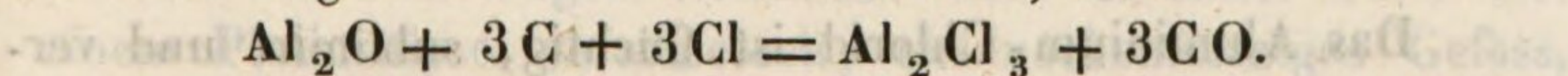
dass bereits Dämpfe von Schwefelsäure zu entweichen anfangen. Alsdann wird die Masse zur Raumersparniss (es bläht sich der Alaun bekanntlich beim Erhitzen auf) zu einem gröblichen Pulver gestossen und diess in einem Tiegel, etwa zwei Stunden, einer guten Rothgluth ausgesetzt. Nach dem Erkalten wird die zusammengesinterte Masse zerrieben, und mit Wasser annähernd ausgewaschen. Die so erhaltene Thonerde enthält noch geringe Mengen von Schwefelsäure (indem wahrscheinlich ein basisches Salz zurückbleibt), sie lässt sich aber gut auswaschen. Die gewaschene Masse wird so weit getrocknet, dass sie sich vom Filtrum losmachen lässt; man rührt sie nun mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron zusammen; hierzu ist nur eine geringe Menge, $\frac{1}{10}$ des ursprünglich in Arbeit genommenen Alauns nöthig.

Das breiartige Gemenge wird eingetrocknet, und der Rückstand etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang mässig geglüht. Durch diese Operation wird der basisch schwefelsauren Thonerde die Säure vollständig entzogen. Kocht man die Masse mit Wasser aus, so ist der Rückstand reine Thonerde, welche sich leicht und vollständig auswaschen lässt. Man muss übrigens nicht zu viel Natron nehmen, weil sich sonst Thonerde in diesem löst und so beim Auswaschen verloren geht.

Man kann Thonerdehydrat dadurch wasserfrei und zugleich mit Kohle innig gemengt erhalten, dass man das erstere mit Lampenruss oder Stärkekleister mengt, Cylinder oder Kugeln daraus formt und in einem Tiegel heftig erhitzt.

2. Bereitung des Chloraluminiums.

Durch Kohle und Chlor wird die Thonerde in der Hitze zerlegt, es bildet sich Kohlenoxydgas, welches entweicht, und das Chlor begiebt sich an das Aluminium, denn



Es wird demnach zur Bereitung des Chloraluminiums reine Thonerde, mit der der Formel entsprechenden Menge Kohle gemengt, in einen $1\frac{1}{2}$ Liter fassenden weithalsigen Kolben, welcher mit einem dicken Beschlage aus Lehm, Kuhhaaren und Hammerschlag versehen ist, gebracht und in einen geräumigen Ofen gelegt, so dass der Hals des Kolbens aus der mit Lehm vermauerten Ofenthüröffnung 3 — 5 Zoll her-

aus tritt und zwar in horizontaler Lage. Ueber den Hals des Kolbens wird der Hals eines andern weitem Kolbens gesteckt, dessen Boden durchbohrt ist. Durch diese Bodenöffnung und durch den Hals der beiden Kolben wird ein Rohr von schwer schmelzbarem Glase eingeschoben, und durch dieses ein Strom von trockenem Chlorgas, bis mitten in den im Ofen liegenden Kolben, in dessen Füllung, eingeleitet. *Fig. 1.* giebt ein Bild dieser Einrichtung.

Man erhitzt zuerst den Kolben bis zu schwacher Rothgluth und leitet dann das Chlorgas hinein; es sublimirt leicht und vollständig Chloraluminium, und es lässt sich bald in der Vorlage $\frac{1}{2}$ Pfd. davon erhalten.

Deville giebt diese Operation mit geringen Abänderungen so an: Geglühte Thonerde und Kohle werden gemengt und mit Oel zu einem Teige angerührt, welcher in einem irdenen Tiegel erhitzt wird. Mit der zerkleinerten Masse wird eine tubulirte Steingutretorte angefüllt, dieselbe bis zum dunkeln Rothglühen erhitzt und ein Strom Chlorgas rasch eingeleitet, welcher zuerst das noch im Apparate befindliche Wasser austreibt und hierauf Chloraluminium bildet; dieses wird dann in einer, über den aus dem Ofen ein wenig vorstehenden Hals der Retorte aufgesetzten glockenförmigen Vorlage aufgefangen, deren weitere Oeffnung mit einem aufgekitteten Trichter verschlossen ist. Deville erhielt mit diesem Apparate, der in *Fig. 2.* aufgezeichnet ist, in einem Tage nahezu 5 Kilogramm Chloraluminium. Das dabei entweichende Kohlenoxydgas wird angezündet, um seine giftigen Wirkungen zu vernichten.

Eigenschaften des Chloraluminiums.

Das Aluminium-Chlorid ist flüchtig, sublimirt und verdichtet sich im kalten Theile des Kolbens; es stellt eine halbgeschmolzene blättrig krystallinische Masse dar, welche sich leicht vom Glase lösen lässt, ist grünlichgelb und etwas durchscheinend; an der Luft raucht es ein wenig und verbreitet dabei den Geruch nach Salzsäure und zerfließt durch Anziehen des Wassers; es ist also stark hygroskopisch, wie fast alle Chlorverbindungen.

In Wasser löst es sich leicht und unter starker Erhitzung, es kann aus der Auflösung aber nicht wieder wasserfrei erhalten werden. Auch in Alkohol ist es löslich und in Wasserstoffgas ohne Zersetzung sublimirbar.

Thonerde in Salzsäure gelöst giebt Wasser und Aluminiumchlorid $3\text{HCl} + \text{Al}_2\text{O}_3 = 3\text{HO} + \text{Al}_2\text{Cl}_3$; es liefert in freier Luft verdunstet Krystalle mit 12 Atom Wasser (47,7 Procent); es ist eine an der Luft leicht zerfliessliche Salzmasse. Durch Erwärmung entsteht Wasserzersetzung, das Chlor entweicht als Salzsäure und es bleibt Thonerde zurück $\text{Al}_2\text{Cl}_3 + 3\text{HO} = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HCl}$.

Reduction des Aluminiums aus Chloraluminium.

Wöhler's erste Versuche.

8 — 10 Gramm Kalium wurden in einem Tiegel mit der nöthigen Quantität Chloraluminium überdeckt, welche annähernd die Menge Chlor enthält, welche zur Bildung von Chlorkalium nöthig ist. Der Deckel des Tiegels wurde mit Drath befestigt und der Tiegel erhitzt. *Fig. 3.* Es entsteht eine heftige, von starker Wärmeentwicklung begleitete Reaction. Man wirft nach dem Erkalten den Tiegel mit seinem Inhalte in eine grosse Menge Wasser, das Chlorkalium löst sich auf und Aluminium bleibt zurück. Offenbar verdampft das Kalium durch die Chlorverbindung hindurch und verbindet sich hierbei mit dem Chlor, und das Aluminium sinkt im flüssigen Chlorkalium herunter.

Zweckmässiger schien es Wöhler, das Chlorid und Kalium jedes besonders zu erhitzen, so dass das Kalium im Dampfe des Chlorids geschmolzen wird.

Ein 18 Zoll langes Platinrohr wird an einer Seite mit einem Platinstöpsel verschlossen, ein nachenförmiges Gefäss, mit Kalium gefüllt, eingeschoben und zwischen Kohlen erhitzt. *Fig. 4.*

Oder ein kleiner Tiegel, mit Kaliumkugeln gefüllt, wird in einen grösseren gestellt und der Zwischenraum mit Chloraluminium angefüllt.

Man erhält auf eine der beschriebenen Weisen ein graues Metall, Aluminium, von eigenthümlicher Beschaffenheit; es

leitet die Elektrizität nicht. Die Theilchen, aus denen es besteht, können durch Schmelzen einander genähert werden, aber es wird eine Schmelzhitze erfordert, die höher ist als die zum Gusseisen nöthige; das Pulver ist magnetisch. Poggendorf und Riess.

Deville's erste Versuche zur Aluminium-Darstellung.

Man bringt in ein Glasrohr *Fig. 2.*, von etwa 4 Centimeter Durchmesser, 200 — 300 Gramm Chloraluminium zwischen zwei Asbestpfropfen, lässt durch eine der Mündungen des Rohres reines und trocknes Wasserstoffgas einströmen, und erhitzt das Aluminium in der Wasserstoff-Atmosphäre mittelst Kohlen, um den Chlorwasserstoff, Chlorschwefel und das Chlorsilicium auszutreiben, welche sich in dem Chloraluminium immer vorfinden. Man bringt alsdann in das Glasrohr möglichst grosse Porzellanschiffchen, deren jedes einige Gramm vorher zwischen trockenem Fliesspapier zerdrückten Natriums enthält. Ist das Glasrohr ganz mit Wasserstoff angefüllt, so schmelzt man das Natrium und erhitzt das Chloraluminium bis zum Verdampfen, welches dann durch das Natrium unter Erglühen zersetzt wird. Die Intensität der Einwirkung lässt sich gut reguliren. Ist alles Natrium verschwunden und das gebildete Chlornatrium mit Chloraluminium gesättigt, so zieht man die Porzellanschiffchen aus dem Glasrohr heraus, und bringt sie in ein weites Porzellanrohr, an das man eine Vorlage anlegt, und durch welches man einen Strom von reinem trockenem Wasserstoffgas streichen lässt. Man erhitzt bis zur starken Rothgluth; das Chloraluminium-Natrium destillirt und man findet dann in jedem Porzellanschiffchen das Aluminium in eine oder zwei Metallmassen vereinigt. Man wäscht diese mit Wasser, welches etwas Salz und braunes Silicium beseitigt, von der Einwirkung des Natriums und des Aluminiums auf das Porzellan herrührend. Zum Zusammenschmelzen der Aluminiumkörner schmilzt man in einem Porzellanschälchen etwas Chloraluminium-Natrium, und wenn alle Entwicklung von Salzsäure (durch zurückgehaltene Salzsäure veranlasst) aufgehört hat, bringt man das Aluminium hinein und erhitzt bis nahe zum Schmelzpunkte

des Silbers, wo das Aluminium zu einer Masse zusammenschmilzt. Man giesst das überschüssige Chloraluminium-Natrium ab und erhitzt dann das reducirte Metall in einem bedeckten Porzellantiegel bis zum völligen Verschwinden der Dämpfe von Chloraluminium-Natrium.

Bei Anwendung des Chloraluminiums und seinen Verbindungen mit dem alkalischen Chlormetalle ist einestheils ihre Flüchtigkeit unbequem, anderentheils der Umstand, dass sie leicht Feuchtigkeit anziehen, daher denn der Zutritt der Luft bei Behandlung mit Natrium sorgfältig vermieden werden muss. Dieser Umstand veranlasste Rose, die Anwendung einer Fluorverbindung, welche obige übeln Eigenschaften nicht hat, zu versuchen, und zwar das Fluor-Aluminiumnatrium $3\text{Na Cl} + \text{Al}_2\text{F}_3$ den Kryolith. *)

H. Rose's Darstellung des Aluminiums aus Kryolith.

Das Fluoraluminium hat grosse Verwandtschaft zu Fluorkalium und Fluornatrium. Damit eignet es sich eben so gut, als Chlor-Aluminiumnatrium; es ist, wie schon angeführt, nicht flüchtig und zieht kein Wasser an, lässt, leicht zerreiblich, sich in das feinste Pulver verwandeln, und bietet somit grosse Vortheile für die Aluminium-Bereitung.

Die Versuche zur Darstellung des Aluminiums wurden von H. Rose in Gemeinschaft mit Weber angestellt, und zwar wurden eiserne Tiegel dazu angewendet von $1\frac{3}{4}$ Zoll Höhe und $1\frac{3}{8}$ Zoll Weite. Das Kryolithpulver wurde schichtweise mit Natriumschnitten in den Tiegel eingestampft und mit einer Chlorkaliumdecke als Flussmittel versehen. Dieses hat das geringste spezifische Gewicht, also kann das Aluminium darin untersinken, das Chlorkalium schmilzt ausserdem

*) Wie schon Eingangs erwähnt, wurde Kryolith unter dem Namen von Mineralsoda in Berlin eingeführt und Probeweise à 40 Pfd. an die Seifensieder abgegeben; es kostete vor einigen Jahren der Ctr. 3 Thlr. Mitteltst gebrannten Kalks lässt sich eine thonerdehaltige Natronlauge darstellen, die sehr gut wegen ihres Thonerdehydrats zur Seife geeignet ist. Kryolith mit Aetzkalk und Wasser gekocht, wurde vollständig zer setzt, Fluorkalium gebildet und Natronhydrat, welches Thonerde gelöst enthält.

mit dem Chlornatrium zu einer leichter schmelzbaren Masse zusammen, als dieses für sich allein.

Man nehme eben so viel Chlorkalium als Kryolith und auf 5 Theile Kryolith 3 Theile Natrium. Es wird nun mit der Flamme von Leuchtgas mit atmosphärischer Luft gemengt, unter den Vorkehrungen, wie sie in Laboratorien, wo Leuchtgas der vorhandenen städtischen Gasanstalten als Heizmittel verwendet wird, eine halbe Stunde lang starke Rothgluth unterhalten. Der Tiegel, der eben zu glühen beginnt, wird plötzlich stark glühend, dadurch dass die Zersetzung der Verbindung erfolgt. Man darf dann die Hitze nicht schwächen, sondern muss mit derselben fortfahren. Hört man nach erfolgtem starken Erglühen des Tiegels, nach 5—10 Minuten, auf zu erhitzen, so ist die Ausbeute gering, denn das Aluminium wird pulverförmig erhalten und verbrennt deshalb leicht beim Erkalten des Tiegels; ebenso zeigt sich aber auch, dass nach einer zwei Stunden lang fortgesetzten Erhitzung die Aluminium-Kugeln nicht grösser wurden; man hat vielmehr durch Einwirkung des Chlorkaliums auf das Aluminium einen Verlust. Man erhitzt also genau nur eine halbe Stunde, wobei der Tiegel sorgfältig verschlossen bleibt.

Es zeigt sich die Masse gut geflossen. Nach dem Erkalten bringt man die Masse, so gut es geht, mit einem Meissel aus dem Tiegel, wobei man die Arbeit durch Hammerschläge von aussen unterstützt. Ein Tiegel kann mehrere Schmelzungen aushalten.

Die geschmolzene Masse wird nun in einer Platin- oder Silberschale mit Wasser übergossen; Glas- oder Porzellanschalen würden vom Fluornatrium angegriffen werden; es zeigt nur eine höchst geringe, fast gar keine Gasentwicklung. Die kleine Menge von Wasserstoff hat den üblen Geruch des Gases, welches durch Uebergiessen von Gusseisen mit Salzsäure entsteht. Eine Abscheidung von Kohle rührt von Steinöl her.

Es würde sich Fluornatrium schwer lösen, aber Fluorkalium mildert dessen Schwerlöslichkeit. Nach 12 Stunden sind die Klumpen so weit erweicht, dass man sie in einem Porzellanmörser zerdrücken kann, und es werden nun die

grossen Kugeln des Aluminiums von 0,3 — 0,4 Gramm Gewicht ausgesucht. Rose erhielt neuerdings Kugeln von 0,5 Gramm. Die kleineren Massen werden mit verdünnter Salpetersäure in der Kälte behandelt, wobei die Thonerde nicht gelöst wird, und die Kugeln glänzend werden. Man trocknet hierauf, und entfernt durch Reiben auf seidenem Mouselin die feinen Metallkugeln von Kryolith und Thonerde.

Die durch Stehen in einer grossen Silberschale geklärten Lösungen kann man in einer Platinschale abdampfen, und so das Fluornatrium mit Fluorkalium verunreinigt gewinnen.

Die kleinen Kugeln von Aluminium werden nun vor dem Gebläse unter einer Decke von Chlorkalium zusammengesmolzen; ohne diese Schmelzung vereinigen sie sich nicht, wie dies auch bei Silberkugeln der Fall ist, denn es bildet sich eine fast unsichtbare Oxydhaut. Das Zusammenschmelzen unter einer Chlorkalium-Decke ist immer mit Verlust verbunden; eine Kugel von 3,85 Gramm verlor 0,05 Gramm an Gewicht, wahrscheinlich weil Chloraluminium und Kalium durch Schmelzen sich verflüchtigte; die Kugeln zeigten kleine Vertiefungen, überhaupt eine matte Oberfläche. Diess veranlasste Rose, die Schmelzung nach Deville's Angabe unter einer Decke von Chloraluminium-Natrium vorzunehmen. Letzteres wurde zuerst in einem bedeckten Porzellantiegel geschmolzen, und dann das Aluminium eingetragen, es zeigte sich nicht nur kein Verlust, sondern die Kugeln hatten auch eine vollkommen glatte Oberfläche. *)

*) **Bereitung von Chloraluminium-Natrium:** In eine Glasröhre von möglichst grossem Durchmesser bringt man ein Gemenge von Thonerde und Kohle, in die grössere Röhre bringt man eine kleinere Glasröhre, welche an beiden Seiten offen ist. Diese ist mit geschmolzenem und gepulvertem Kochsalz gefüllt. Während nun die Stelle, wo das Thonerdegemenge liegt, sehr stark, die, wo das Kochsalz sich befindet, schwächer erhitzt wird, leitet man einen Strom von trockenem Chlorgas von der Seite durch, wo die Thonerdemischung liegt. Das gebildete Chloraluminium wird vom Kochsalz heftig absorbirt, und die ganze Masse des Chloraluminium-Natriums, welches sich hierbei bildet, findet sich in der kleinern Glasröhre. An andern Stellen setzt sich durchaus kein Chloraluminium ab, jedoch ist die Menge des Chloraluminium-Natriums, welches der Thonerde näher liegt, gleichsam concentrirter.

Die Ausbeute an Aluminium war bei derselben Menge des Materials und derselben Behandlung verschieden.

Der ganze Gehalt des Kryoliths (13 Procent) an Aluminium wurde nie gewonnen. Von 10 Gramm Kryolith, zu einer Schmelzung angewandt, war die günstigste Ausbeute 0,8 Gramm Aluminium statt 1,3; indess waren 0,6 und 0,4 Gramm immer noch günstig; oft wurden nur 0,3 erhalten.

Offenbar hängt dieser ungünstige Erfolg von der Erhitzung ab. Je stärker dieselbe ist, desto besser geht die Vereinigung der Kügelchen vor sich; es entsteht kein feines Pulver, welches sich beim nachherigen Erkalten und Auswaschen zu Thonerde oxydirt. Rose erhielt ein Mal nur eine als einzige Kugel von 0,5 Gramm, die ganze Aluminiummasse bei sehr starker Hitze.

Es wurden noch andere Versuche gemacht. 35 Gramm Kryolith, 14 Gramm in Scheiben geschnittenes Natrium wurden mit der entsprechenden Chlorkaliumdecke versehen und in einem Porzellantiegel, der seinerseits wieder in einen Thontiegel gestellt war, in einem gut ziehenden Windofen nur 1 Stunde lang kräftig erhitzt. Es gelang nur 0,135 Gramm Aluminium abzuscheiden; es war hier viel Kryolithpulver der Zersetzung entgangen; je mehr Natrium man anwendet, desto weniger ist dies der Fall. Aber der hohe Preis des Natrium, wenn 4 Theile desselben auf 10 Theile Kryolith genommen werden, machte diese Vermehrung bald unthunlich. Um die Verluste zu vermeiden, wurden noch weitere Versuche von Rose angestellt.

In einem Flintenlaufe wurde Kryolith unter Durchleitung eines Wasserstoffgasstromes erhitzt. Da, wo das Wasserstoffgasrohr einmündete, war Natrium in den Lauf eingeschoben. Als sich das Kryolithpulver in der heftigsten Hitze befand, schob man den Lauf, mit der Stelle wo das Natrium lag, ins Feuer und liess nun, durch Wasserstoffgas fortgetrieben, dessen Dämpfe auf den Kryolith einwirken; den Apparat liess man im Wasserstoffgasstrom erkalten. Die Ausbeute war zufriedenstellend; zwar löste sich das Fluornatrium schwer, und es zeigte sich dabei ein schwarzes Pulver, von Eisen herrührend, dessen Lösung in Salzsäure nur wenig Thonerde zeigte.

Andere Abänderungen der Versuche, gegen den oben angeführten, zeigten sich meist ohne Erfolg. Es wurde Natrium auf den Boden gelegt, darüber Kryolith und dann Chlorkalium oben auf als Flussmittel, aber die Natriumdämpfe entweichen bei stärkerer Erhitzung, was durch Erscheinen einer stark gelben Flamme angezeigt wurde, ohne ihre reducirende Wirkung geäussert zu haben. Diess war nicht der Fall, wenn Kryolith mit Natrium geschichtet war; in diesem Falle geht also der Prozess am besten vor sich.

Es wurde ferner das Kryolithpulver mit einem Theile des Flussmittels des Chlorkaliums gemengt und dann eingeschichtet, aber auch ohne erhebliche Mehrausbeute.

Man wandte statt Chlorkalium trocknes decrepitirtes Kochsalz an, ohne Erfolg; die Hitze musste hier nur noch grösser sein als beim Chlorkalium; man bedeckte die Kryolithmasse, welche mit Natrium geschichtet war, mit Chloraluminium-Natrium ohne Vortheil.

Wenn Tiegel aus feuerfestem, unglasirtem Steinzeug angewandt werden, so ist leicht an einer oder mehreren Stellen durch Einwirkung des Fluornatriums eine Schmelzung zu befürchten, ja selbst gusseiserne Tiegel schmelzen oft bei heftigem Kohlenfeuer.

Dewille's Modificationen des Roseschen Verfahrens.

Dewille schichtete in einen Porzellantiegel Kryolith, welcher mit etwas trockenem Kochsalz gemengt war, mit Natrium, stellte den ersteren in einem hessischen grösseren Tiegel und unterhielt eine lebhafte Rothgluth bis zum Schmelzen der Masse, es wurde mit einem thönernen Rührer umgerührt. Er liess hierauf erkalten, alles Aluminium fand sich am Boden, zu einem einzigen Regulus vereinigt. Während die Masse flüssig, und selbst noch nachdem die Oberfläche derselben theilweise erstarrt war, entband sich ein Gas, welches die Kruste hob und sich an der Luft entzündete; wahrscheinlich ist dies Phosphorwasserstoffgas, denn die Untersuchung des Kryoliths mit molybdänsaurem Ammoniak wies wirklich Phosphorsäure nach.

Fluorkalium und Fluornatrium, welche die Thonerde auf-

lösen, lassen sich sehr wohl als Flussmittel bei der Aluminium-Bereitung anwenden. Deville versuchte daher bei der Darstellung des Aluminiums als Chloraluminium etwas Fluornatrium zuzusetzen; der Erfolg entsprach seinen Erwartungen, und es wurden auf diese Weise mehrere hundert Gramm sehr reines Aluminium erhalten.

Die Betrachtung der Zusammensetzung des natürlichen Kryoliths führte Deville bald auf die Idee, denselben künstlich darzustellen *). Wenn saures flusssaures Natron und geglühte Thonerde gemengt, in einem Platintiegel erhitzt werden, so entweicht eine geringe Menge Flusssäure, und bei einer nicht hohen Temperatur erhält man eine dünnflüssige wasserklare Masse vom spezifischen Gewicht des natürlichen Kryoliths; es ist also ein künstlicher Kryolith hiermit erhalten.

Ebenso wird Kryolith erhalten, wenn man Thonerde mit Fluornatrium oder Fluorkalium (letzteres im Ueberschuss) mengt, welches mit concentrirter Flusssäure benetzt ist. Die Masse erhitzt sich, sie wird getrocknet geschmolzen und kann nun zur Aluminium-Bereitung benutzt werden. Die, mit Fluorkalium im Ueberschuss, mit Flusssäure benetzt behandelte Thonerde liefert einen Kryolith mit Kalibasis. Sie ist krystallinisch, sehr schmelzbar und lässt sich nachträglich leicht mit Wasser behandeln.

Aus dem natürlichen Kryolith ist die Ausbeute, wie wir bei Rose's Versuchen sahen, gering; aus dem künstlichen Kryolith ist sie jedoch noch geringer, auch ist nach Deville's Erfahrungen das Silicium schwer auszuschcheiden bei der Bereitung des Aluminiums aus diesem künstlichen Kryolith.

Auf einem andern Wege als Deville sucht Brunner (Berner Mittheilungen, 1856, Nro. 366.) die künstliche Darstellung eines Fluoraluminiums zur Aluminium-Bereitung. Nach ihm wird reine geglühte Thonerde (siehe deren Bereitung nach Brunner oben) den Dämpfen der Fluorwasserstoffsäure

*) Die Zusammensetzung des natürlichen Kryoliths entspricht der Formel $\text{Al}_2 \text{Fl}_3 + 3 (\text{Na Fl})$ oder auch $\text{Al}_2 \frac{2}{3} \text{Fl}_2, \text{Na Fl}$; vergleicht man letztere Formel mit der des sauren flusssauren Natrons H Fl Na Fl , so sieht man, dass in diesem Salze nur H durch $\text{Al}_2 \frac{2}{3}$ zu ersetzen ist, um Kryolith zu erhalten.

ausgesetzt, es bildet sich Wasser und Fluoraluminium. — Zu dem Ende bringt man die Thonerde in geringen Portionen, z. B. zu 8 Gramm, wenn im Kleinen Versuche gemacht werden sollen, in einen Platintiegel, hängt diesen mittelst eines Eisendraths über einer Spirituslampe oder einem Kohlenfeuer in schiefer Stellung auf, und erhitzt ihn bis zu anfangendem Glühen. Alsdann lässt man die Fluorwasserstoffsäuren-Dämpfe, die aus einer Bleiretorte entwickelt werden, mitten in die Thonerde eindringen, die man, um alle Theile mit dem Gase in Berührung zu bringen, mit einem Platinspatel umrührt.

Da bei dieser Operation das Thonerdepulver nicht merklich sein Ansehen verändert, so muss man an der Gewichtszunahme das Ende der Arbeit durch wiederholte Wägungen der verwandten Thonerdemasse erproben. Der Tiegel mit Inhalt wird also tarirt, und nun so lange der Prozess fortgesetzt, bis das Gewicht von 100 Theilen auf 150 — 163 sich vermehrt hat. Es geht hierbei Al_2O_3 in Al_2F_6 über. Ein richtiger Wärmegrad ist von äusserster Wichtigkeit; eine kaum anfangende Glühhitze scheint am günstigsten; bei zu hoher oder zu niedriger Temperatur entsteht die Verbindung schwieriger; bei grösseren Massen muss fortwährend umgerührt werden. Für 8 Gramm Thonerde dauert der Prozess $1\frac{1}{2}$ Stunde. Es tritt eine Volumvergrösserung der ursprünglichen Thonerde auf das Doppelte ein; besonders zeigt sich diess gegen Ende der Operation.

Um hieraus Aluminium darzustellen, wird Natrium auf einer Unterlage von mehrfach zusammengeschlagenem Fliesspapier von anhängendem Steinöl getrocknet und mit einem Pistill breit gedrückt, so dass eine daraus entstehende Platte fast die Breite des ganzen Tiegels einnimmt, und nun mit Fluoraluminium mit $\frac{1}{2}$ Natrium in einen Tiegel gebracht, fest eingestampft und oben auf $\frac{1}{2}$ Zoll hoch geschmolzenes und pulverisirtes Kochsalz aufgeschüttet und festgedrückt. Mit einem feuerfesten Stein bedeckt kommt nun der Tiegel in einen Gebläse- oder Seffströmschen Ofen. Es wird gute Rothgluth, nicht Weissgluth gegeben. Es entsteht ein Zischen und Krachen, indem die Reduction vor sich geht. Nicht lange lässt man hiernach die Hitze andauern, weil die Tiegel durch

Fluornatrium leicht durchbohrt werden. Man erhitzt höchstens noch einige Minuten nach jenem Geräusch, rührt mit einem thönernen Pfeifenstiel um, wobei das Aluminium in einen Regulus zusammenfließt. Das Feuer wird nun schnell erstickt, indem alle Ofen-Oeffnungen verschlossen werden. Nach vollständigem Erkalten wird der Tiegel in ein Gefäß mit Wasser gelegt; die graue Salzmasse löst sich und kann heraus genommen werden; auf dem Boden findet sich das Aluminium. Die Salzmasse wird geschlämmt, um noch kleinere Aluminiumkugeln, welche sich beim Zerdrücken der Salzmasse im Achatmörser zeigen, zu gewinnen. Das Wasser zum Auflösen der Salzmasse muss öfters erneuert werden, damit die sich bildende Lösung nicht oxydirend auf das Metall einwirke. Ein übelriechendes Wasserstoffgas entwickelt sich beim Schlämmen. Das amorphe Pulver wird nicht berücksichtigt.

Fr. Wöhler's Versuche, aus Kryolith das Aluminium darzustellen.

Es schien Wöhler von praktischem Vortheil zu sein, statt der Eisentiegel gewöhnliche Thontiegel anwenden zu können. Es ist nöthig, den Kryolith recht fein zu reiben und gut zu trocknen. Derselbe wird mit dem gleichen Theile eines Gemenges, welches aus 7 Theilen Chlornatrium und 9 Theilen Chlorkalium, am besten vorher zusammengeschmolzen und feingerieben, vermischt, und diese Masse in abwechselnden Schichten mit Scheiben von Natrium in den Tiegel gefüllt, indem man die einzelnen Lagen stark zusammendrückt; auf 50 Gramm des Salzgemenges nimmt man 8—10 Gramm Natrium. Der Tiegel muss vorher stark ausgetrocknet sein; man stellt ihn nun in einen schon vorher geheizten gut ziehenden Windofen, umgiebt ihn am besten mit schon glühenden Kohlen und bringt ihn rasch zum vollen Glühen. Im Moment der Reduction vernimmt man, wie schon öfters angegeben, ein Geräusch, und es entweicht Natrium, welches mit Flamme brennt.

Nachdem diess aufgehört hat, giebt man etwa noch $\frac{1}{4}$ Stunde lang gutes Feuer, um die Masse in gehörigen Fluss zu

bringen, und lässt dann den Tiegel erkalten. Beim Zerschlagen findet man gewöhnlich das Aluminium in einem einzigen blanken Regulus, in der Regel mit gestrickt krystallinischer Oberfläche zusammengeschmolzen; bisweilen finden sich auch noch einzelne Körner, aber nie so klein, dass sie nicht herausgeschlagen werden könnten. Von 50 Gramm des Gemenges, also von 25 Gramm Kryolith, wurden stets über 1 Gramm schwere Reguli erhalten. Bei Versuchen mit 100 Gramm des Gemenges wogen die Reguli 2,3 — 2,4 Gramm. Das Verbrennen von Natrium schien Wöhler auf eine Verminderung desselben hinzuweisen.

Die oben angegebene Masse ist leicht schmelzbar, sie durchbohrt den Tiegel nicht und das Aluminium ist frei von Silicium. Kleinere Aluminiumkörner werden am besten unter einer Decke von Chlormagnesium in einem Porzellantiegel zusammengeschmolzen. Das Salz ist leichter darzustellen, als das Chloraluminiumnatrium und greift das Aluminium nicht an. (Annal. d. Chemie u. Pharmacie. August 1856, S. 255.)

Reduction des Aluminiums durch den galvanischen Strom. Elektrolyse.

Es gelingt nicht, aus wässrigen Lösungen, welche das Aluminium enthalten, durch den galvanischen Strom zu reduciren, wohl aber ist es möglich, dasselbe aus einer Verbindung, welche einen niedrigen Schmelzpunkt von 185° C. hat, dem Chloraluminiumnatrium *), durch Elektrolyse darzustellen; die Methode war zuerst für das Magnesium von Bunsen gezeigt worden.

Dewille hielt Chloraluminiumnatrium in einem Porzellantiegel geschmolzen; durch den Deckel ist nahe am Rande

*) Dewille stellt diese Verbindung durch Mengen von 2 Theilen Chloraluminium und 1 Theil geschmolzenem gepulvertem Kochsalz in einer Porzellanschale bei etwa 200° C. dar; die Vereinigung geht unter Wärmeentwicklung und Schmelzen vor sich. Für ihre Zusammensetzung fand er:

Chlor	. . .	73,5	4 Cl =	73,6
Aluminium	. . .	14,5	2 Al =	14,5
Natrium	. . .	12,0	1 Na =	11,9
		100,0		100,00

eine breite, als negativer Pol dienende Platinplatte und durch die Mitte eine poröse Thonzelle gesteckt. Platinplatte und Zelle tauchen in das Aluminium; die Zelle wird gleichfalls mit geschmolzenem Chloraluminium so hoch gefüllt, dass es gleich hoch mit dem ausserhalb befindlichen steht. In dieses wird ein als positiver Pol dienender Cylinder von dichter Kohle eingetaucht. Wenige galvanische Elemente genügen zur Zersetzung des Chloraluminiumnatriums. An dem negativen Pole scheiden sich Aluminium und Chlornatrium aus, in die Zelle muss deshalb öfters gepulvertes und geschmolzenes Chlornatrium zugegeben werden. Man nimmt von Zeit zu Zeit die Platinplatte heraus, lässt sie erkalten und befreit sie nach dem Erkalten rasch von dem darauf entstandenen Ueberzuge von Metall und Salz, und taucht sie wieder ein. Die gesammelten Ueberzüge schmelzt man in einem Porzellantiegel, behandelt die erhaltene Masse mit Wasser, welches viel Chlornatrium auflöst und schmelzt das rückständige graue Metallpulver unter Chloraluminiumnatrium zusammen.

Die bei dieser elektrolytischen Zersetzung sich zuerst abscheidenden Aluminiumschichten sind unrein, Kohle und Silicium haltig.

Darstellung des Kaliums nach der älteren Methode.

Unter den Versuchen, die Leichtmetalle zu reduciren, hat man zuerst die schwierigere Aufgabe gewählt: die Darstellung des Kaliums.

Wie schon oben erwähnt, lässt sich Kali sowohl durch Eisen als durch Kohle bei Weissglühhitze zerlegen; aber das Kalihydrat ist flüchtig. Es handelt sich also darum, ein Kalisalz zu benutzen, welches bei hoher Temperatur nicht verdampft; hierzu würde sich das kohlensaure Kali eignen. Aber das Salz muss noch einer weiteren Bedingung genügen; es darf sich nicht vom Reductionsmittel abscheiden, während es flüssig ist; diess ist leider bei dem gewöhnlichen kohlensauren Kali der Fall; es schmilzt in der Hitze, und die zur Reduction zugesetzte Kohle schwimmt dann als bedeutend leichter oben auf. Um diese Abscheidung zu verhindern, wird deshalb das kohlensaure Kali angewendet, welches sich bei

der Verbrennung des Weinstens bildet. Glüheth man das saure weinsaure Kali, so bildet sich Wasser und Kohlensäure, letztere aber begiebt sich an das Kali, und Kohle, diese aber zieht schwammartig das eben gebildete kohlensaure Kali in sich hinein. Wird diess Kalisalz selbst bis zur Weissgluth erhitzt, so bleibt es doch stets mit Kohle gemengt; zu dieser schon vorhandenen Kohle lässt sich nun noch so viel frische Kohle zumischen, als zur Reduction des Kalium erforderlich ist.

Man glüht also Weinstein in einem bedeckten Tiegel, mit etwas grobkörniger Kohle gemengt, so lange als noch brennbare Gase entweichen; die hierbei entstehende schwarze Masse wird noch warm, etwa mit $\frac{1}{10}$ vom Gewicht des angewandten Weinstens grobgepulverter Kohle, von welcher das feine Pulver abgesiebt ist, gemischt.

Bei der in der Weissglühhitze erfolgenden Reduction tritt das Kalium dampfförmig auf, daher muss man dasselbe in Apparaten, ähnlich dem Kühlapparat der trocknen Destillation abzukühlen suchen.

Die Operation der Erhitzung wird am besten in einer sogenannten Quecksilberflasche (käuflich zu 18 Sgr. zu haben) vorgenommen, dieselbe ist von Schmiedeeisen; die Ausgussöffnung, gewöhnlich mit einer Schraube versehen, lässt man glatt ausbohren, und setzt ein passendes, 3 — 4 Zoll langes eisernes Abzugsrohr ein, welches man, durch Einschmiegeln in die Oeffnung, dicht macht.

Die etwa noch in der Quecksilberflasche vorhandenen Quecksilbertheile werden zuvor durch Ausglühen entfernt, wobei man zur besseren Beseitigung der Quecksilberdämpfe zugleich Luft einbläst.

Da die Erhitzung der Retorte bis zur anhaltenden Weissgluth gesteigert werden muss, so ist eine solche von Gusseisen nicht anwendbar, es muss sogar die Einwirkung des Feuers, selbst bei einer schmiedeeisernen, dadurch für die Oberfläche möglichst unschädlich gemacht werden, dass man dieselbe mit einem schützenden Beschlage überzieht. Man umstrickt daher die Retorte zuerst lose mit Drath und umklebt sie hierauf mit einem Gemenge aus feuerfestem weissen Thon

gepochter Schmelztiegelmasse, welche mit Wasser zu einem Brei geknetet und durch Kuhhaare zusammenhaltbar gemacht worden. Man kann die Retorte indess auch, wie es Donny und Mareska thun, mit einem feuerbeständigen Salze glasi- ren, mit Borax. Dieses Salz wird auf die Retorte aufgestreut, nachdem sie glühend geworden ist.

Füllung der Retorte.

Das Gemenge aus kohlensaurem Kali und Kohle muss frisch bereitet sein, weil es sonst Wasser anzieht. Das Gewicht, welches auf ein Mal für eine grosse Quecksilberflasche zur Füllung genommen wird, kann 1 Pfd. 8 Lth. betragen, erhalten aus $3\frac{1}{2}$ Pfd. Weinstein (der Centner roher Weinstein kostet jetzt 28 Thlr., der gereinigte 45 Thlr.).

Der Ofen. Die Temperatur des Ofens muss zur Weissgluth gebracht werden können, entweder mit Hülfe eines Gebläses, oder durch den Zug einer hohen Esse; damit der Ofen sie ertragen könne, muss derselbe aus feuerfesten Steinen erbaut sein; er hat die Form eines sogenannten Probir- ofens, wie er auf Eisen- und Silberhütten gebräuchlich ist.

Fig. 5. zeigt den Retortenofen *AA* im Durchschnitt, *bb* ist der Rost, beweglich, *c* der Aschenfall, *d* eine Platte, die oben den Ofen schliesst, sich in Angeln dreht und aufgeklappt werden kann; sie ist von dickem Eisenblech mit umgeschlagenen Rändern, so dass sie sich mit feuerfester Masse ausfüllen lässt, wie diess gewöhnlich bei Feuerthüren der Puddel- öfen geschieht; die obere Oeffnung dient dazu, um Kohlen aufzugeben. Die Retorte *B* ruht ziemlich hoch, etwa 5—6 Zoll, über dem Roste recht in der Mitte des Ofens auf Chamottesteinen, welche oben ausgehöhlt sind, um der Retorte eine sichere Lage zu geben, doch so, dass dabei dem Feuer die Einwirkung nicht zu sehr geschmälert wird. Mit einem Thonklumpen, damit sie recht fest liege, befestigt man die Retorte noch gegen die Hinterwand des Ofens. *e* ist der Abzug in die Esse *h*.

Das Abzugsrohr *p* ist, wie angegeben, nur kurz, damit es möglichst überall glühend werde, selbst noch ausserhalb des Ofens; dasselbe wird durch eine dicke gusseiserne Platte gesteckt, welche in der Stirnseite des Ofens in einer Aus-

sparung des Mauerwerks eingesetzt werden und befestigt werden kann.

Die Vorlage. Man hat zwei Formen von Vorlagen zum Auffangen des reducirten, sich dampfförmig entwickelnden Kaliums, von denen die ältere aus einem cylinderförmigen kupfernen Kasten, der durch eine Zwischenwand in zwei Abtheilungen getheilt ist, besteht, letztere aus einem flachen, gleichsam zusammengedrückten Cylinder, einem gusseisernen Kasten; letztere Form entspricht offenbar dem Zweck, den er beim Prozess zu erfüllen hat, am besten; allein der Vollständigkeit wegen, und um auf die bei der Destillation des Kalium möglichen Vorkommnisse hinzuweisen, müssen wir doch die erstere alte Form hier darstellen und durch eine Zeichnung *Fig. 6.* erläutern.

Die ältere Vorlage besteht also aus zwei, mehr ovalen als runden Kapseln von hart gelöthetem Kupfer; die untere grössere *M* ist unten geschlossen, oben offen; die kleinere *N* oben geschlossen und unten offen; letztere ist durch eine Scheidewand *o p* in zwei Abtheilungen getheilt. Die Kapseln haben solche Dimensionen, dass sich die kleinere in die grössere einstülpen lässt, wobei sie zugleich mittelst eines dachartigen äusseren Randes *n n* auf der unteren so aufsitzt, dass sie nicht bis zum Boden des Unterkastens einsinken kann. Der Unterkasten wird bis zu $\frac{1}{3}$ mit sauerstofffreiem (nicht kreosothaltigem) rectificirtem Steinöl gefüllt. Um nun namentlich den oberen Kasten kühl zu erhalten, wird ein Drathcylinder auf den dachartigen Rand *n n* aufgesetzt und dieser mit Eis gefüllt, der so entstehende Zwischenraum und der obere Boden des Kastens *N* damit bedeckt; von dem Rande läuft das abthauende Wasser in ein Gefäss ab, in welches der ganze Apparat gestellt ist. An zwei gegenüber liegenden Stellen hat der Oberkasten Löcher mit Kupferrohransätzen; der Richtung entspricht auch eine Öffnung in der Zwischenwand *o p* bei *t*. Das Abzugsrohr der Retorte passt in die Muffe bei *r* sehr genau, was durch theilweises Aufschneiden derselben bis auf eine geringe Tiefe, so dass die Ränder federnd werden, bewirkt werden kann; das Rohr *s* kann durch einen Kork verschlossen werden. Es ist nun aber möglich, auf dem

Wege *r t s* mit einer eisernen Stange, die an ihrer Spitze holzbohrähnlich eingerichtet ist, in das Abzugsrohr bis in die Retorte zu gelangen, um namentlich Stopfungen im Abzugsrohr zu beseitigen.

Ausserdem ist nun noch eine dritte Oeffnung *u* vorhanden, in welche durch einen Kork ein Glasrohr gesteckt wird, so dass entstehende Gase entweichen können. — Der ganze Kühler steht in einer Schale mit kaltem Wasser.

Leitung der Kaliumdestillation.

Es wird zuerst die mit ihrer Füllung versehene Flasche in dem Ofen gut festgelegt, dann angeheizt und die Hitze allmählig gesteigert, wobei der Zug durch den Schieber im Schornstein regulirt werden kann. — Zuerst entweicht noch vorhandene Feuchtigkeit, Quecksilberdämpfe; erst bei Weissglühhitze bilden sich abwechselnd weisse, graue oder schwarze Dämpfe, die entzündlich sind, endlich erscheint der gelbe Dampf des reducirten Kaliums. Jetzt erst wird die Vorlage angelegt. Natürlich ist die Verbindung anfänglich nicht dicht, doch die Fugen verstopfen sich bald durch das zu Kali verbrennende Kalium. Jetzt muss nun auch für eine energische Kühlung gesorgt werden.

Aus KOCO_2 und 2C bildet sich K und 3CO , also Kalium und Kohlenoxydgas.

Es scheint sonach die Darstellung des Kaliums höchst einfach; aber es treten Nebenerscheinungen auf, welche den Prozess höchst verwickelt und die Kaliumdarstellung sogar zu einer gefährlichen Operation machen. Es bildet sich nämlich gleichzeitig mit Kalium eine eigenthümliche Verbindung, das Kohlenoxydkalium. Das durch Reduction frei gewordene Kalium wirkt nämlich bei bestimmten Temperaturen zersetzend auf das Kohlenoxydgas ein, und zwar bei niedriger Temperatur, bei dunkler Rothgluth; es wird aus Kohlenoxyd Sauerstoff abgeschieden, welcher sich mit Kalium zu Kali gebildet, die abgeschiedene Kohle aber absorbirt Kalium, welches mit Kohlenoxyd zu Kohlenoxydkalium sich verbindet. Bei ganz niedriger Temperatur findet diese Einwirkung nicht statt.

Denkt man sich nun die Dämpfe des Kaliums zusammen mit dem Kohlenoxydgase in die Vorlage durch das Abzugs-

rohr eintretend, so durchläuft die Temperatur derselben alle Grade, bis zur vollständigen Abkühlung; es wird also nothwendig auch ein Zeitpunkt eintreten, wo die Bildung des Kohlenoxydkaliums die günstigste Temperatur findet. Wenn das Abzugsrohr lang ist, so kann diess schon in diesem stattfinden. — Durch Kali, Kohle, Kohlenoxydkalium kann das Rohr leicht verstopft werden; dann ist es nothwendig, mit einem langen eisernen, mit einem Holzgriffe versehenen Stabe, welcher vorn bohrartig zugerichtet ist, den Destillationsweg so schnell als möglich frei zu machen. Man darf aber den Zeitpunkt der vollständigen Verstopfung nicht erst abwarten, vielmehr muss man, sobald die Gasentwicklung sparsamer wird, die Röhre reinigen. Ist die Röhre einmal vollständig verstopft, so gelingt das Oeffnen derselben schwer, und wenn es erfolgt, schleudert das bis dahin in der Retorte comprimirte Gas glühende Kalimassen heraus, was gefährliche Brandwunden erzeugen kann. Man muss desshalb die Hand beim Bohren mit einem Handschuh versehen und sich seitwärts stellen.

Im Fall es nun aber gar nicht gelingt, das Rohr wieder zu öffnen, so muss der Prozess sofort unterbrochen werden, was dadurch am bequemsten geschieht, dass man die brennenden Kohlen durch Herunterlassen des Rostes, der für diesen Fall beweglich sein muss, in den Aschenraum fallen lässt.

Ist der Prozess vollendet, was man am Aufhören der Dampfentwicklung aus der Glasröhre — obgleich das Rohr der Retorte kalt aber frei und offen und die Retorte selbst in hoher Gluth ist — bemerkt, so wird die Vorlage vom Rohre abgezogen, wobei man die Lösung durch gelinde Hammerschläge unterstützt. Man verschliesst nun sorgfältig die Oeffnung *r* und *s* und das Glasrohr durch Korke, trocknet die Vorlage sorgfältig ab, und setzt sie eine Weile bei Seite, damit sich die Dämpfe vollständig abkühlen.

Hierauf nimmt man den Obertheil der Vorlage ab, befeuchtet schnell die an seiner Innenseite, wie an der des Untertheils anhängenden Kaliummassen mit Steinöl, kratzt sie ab und bringt sie unter Steinöl.

Sollte sich hierbei das Steinöl noch entzünden, so kann

das Weiterbrennen durch Ueberdecken eines Brettes oder Tuches verhindert werden. Die Vorlage darf aber durchaus nicht längere Zeit, etwa über Nacht stehen bleiben, denn es kann sich dann ereignen, dass eine gefährliche Explosion entsteht, wobei die Kaliummassen mit der grössten Hefigkeit umhergeschleudert werden.

In der Vorlage findet sich das Kalium einestheils in grösseren oder kleineren Kugeln oder Klumpen, anderntheils ist es in der schwarzen Masse fein zertheilt, ferner in pulveriger Form die oben erwähnte schwarze Masse, und das aus dem Rohre Ausgebohrte.

Man nimmt mit einer Zange die Kaliumkugeln heraus, spült mit Steinöl die schwarze Masse ab, schlägt das Kalium in Leinwand ein und presst es unter Steinöl, welches man bis auf 60° C. erwärmt hat, wobei das Metall flüssig wird, unter Drücken mit einer andern Zange ab. Man erhält so die bekannten glänzenden Kaliumkugeln. Um das in der schwarzen Masse rückständige Metall zu erhalten, wird dieselbe einer wiederholten Destillation unterworfen. Es geschieht diess wiederum in einer Quecksilberflasche von geringerer Grösse, die mit einem knieförmig gebogenen eisernen Abzugsrohr, einem gebogenen Flintenlauf, versehen ist. Die Flasche wird in einem kleinen Gebläseofen erhitzt. Die schwarze Masse wird mit etwas Steinöl in die Retorte gebracht, und die Vorlage, ein eiserner Mörser, mit etwas Steinöl so untergestellt, dass das Abzugsrohr etwa 5 — 6 Zoll von derselben entfernt ist. Der Mörser ist mit einer durchlöcherten Eisenblechplatte bedeckt, um einer möglichen Entzündung des Steinöls durch die heiss herabfallenden Kaliumkugeln vorzubeugen. Ueber der Oeffnung der Blechplatte liegt senkrecht die Mündung des Abzugsrohrs. *Fig. 6 a.*

Man kann indess auch die Hauptmasse des Kaliums, statt zu koliren, durchzupressen, mit der schwarzen Masse zusammen destilliren, und so rein darstellen.

Die Reinigung durch Destillation muss sogleich nach der Darstellung vorgenommen, die schwarze Masse aber entweder sogleich anderweitig verarbeitet, oder vernichtet werden.

Der schwarze Körper, die Krogen- oder Rhodizinsubstanz.

Sie hat ihren Namen daher erhalten, dass sie mit Wasser übergossen das krogen- oder rhodizinsaure Kali giebt. Sie ist ein höchst gefährlicher Körper, und gerade ihr Auftreten bei der Reduction des Kaliums macht diesen Prozess höchst misslich. Die schwarze Masse besteht aus Kali, Kohle imprägnirt mit Kalium und Kohlenoxydkalium; letzterer Körper lässt sich durch Abschlämmen unter Steinöl gesondert erhalten und ist pulverig. Selbst unter Steinöl aufbewahrt, erhält sie nach einiger Zeit die Eigenschaft, mit äusserster Heftigkeit zu explodiren, wenn sie geritzt oder gerieben wird. Hat die Luft Zutritt, so zeigt sie diese Eigenschaft schon nach einigen Stunden. An die Luft gebracht röthet sie sich und explodirt entweder sogleich oder kurze Zeit darauf. Das rohe Kalium enthält immer Spuren der schwarzen Substanz und wird dadurch mit der Zeit explodirend. Enthält dieselbe möglichst wenig Kalium, so lässt sie sich, ohne zu explodiren, in Wasser lösen. Die Lösung ist anfänglich roth, später gelb, und es bildet sich krogen- oder rhodizinsaures Kali. Hat aber zuvor die Luft darauf eingewirkt, so erfolgt beim Uebergiessen mit Wasser Explosion. Es ist also mit dieser Substanz, namentlich mit dem aus dem Abzugsrohr ausgebohrten Theile, die grösste Vorsicht anzurathen. Sie muss sofort nach Beendigung der Kalium-Destillation, wie schon angegeben, auf die erwähnte Kaliumverbindung verarbeitet, oder dadurch, dass man sie in eine grosse Menge Wasser wirft, unschädlich gemacht werden. Der schwarze Rauch, welcher bei der Destillation des Kaliums entweicht, besteht aus Kohlenoxydkalium; er kann in Woulffschen mit Steinöl gefüllten Flaschen oder in einem langen Glasrohre condensirt werden. Es ist dann aber damit dieselbe Vorsicht wie sonst nöthig. Wöhler erwähnt, dass ein solches, zehn Tage lang verschlossen gewesenes Rohr beim Ausschütten der Substanz in eine trockene Porzellanschale, mit furchtbarem Knalle explodirte und die Schale zertrümmerte.

Ausbeute nach Pleischl.

Aus 36 Unzen Weinsteinkohle (entsprechend 6 Pfd. ro-

hem Weinstein), mit 6 Unzen Kohle gemengt, werden erhalten $9\frac{1}{2}$ Unzen Kalium, also etwa $9\frac{1}{4}$ Procent vom Gewichte des angewandten Weinstains, und fast die Hälfte seines Gehalts an Kalium. Meistens ist jedoch die Ausbeute geringer, wegen Unsicherheit des Prozesses.

Donny und Mareska's verbesserte Darstellungsmethode des Kaliums.

Diese beiden Chemiker bemerkten:

- 1) Die bisherige Vorlage ist ungünstig für die Condensation des dampfförmig mit Kohlenoxydgas auftretenden Kaliums, denn die abkühlende Fläche ist gegen den Inhalt viel zu klein und veranlasst ein längeres Verweilen des Kalium-Dampfes zusammen mit dem Kohlenoxydgase.
- 2) Das Verhältniss der Kohle zu kohlensaurem Kali ist von besonderer Wichtigkeit.
- 3) Die Condensation im Verbindungsrohre ist eine Quelle von Gefahren und Verlusten.

Also muss ad 3. die Kaliumcondensation im Verbindungsrohre möglichst verhütet werden.

ad 2. die Vorlage muss rasch condensiren, um das Kalium dem Einflusse des Kohlenoxydgases zu entziehen.

ad 3. die Mischung der Materialien muss so eingerichtet sein, dass der Kohlenstoff im verkohlten Weinstein, in dem kohlensauren Kali, so viel als möglich in dem durch die Theorie angezeigten Verhältnisse vorkommt.

Roher Weinstein liefert nach Donny und Mareska eine Mischung mit zu viel Kohle, weisser mit zu wenig, aber zu gleichen Theilen, rother und weisser zusammen, ein gutes Verhältniss.

Das Gemisch enthielt kohlensaures Kali	77,0
kohlensauren Kalk	9,5
Kohle	13,5
	100,0

Ein schlechtes Resultat liefern zwei Mischungen mit rohem Weinstein folgender Zusammensetzung:

	Nro. I.	Nro. II.
kohlensaures Kali =	57,5	64,7
kohlensaurer Kalk =	14,5	11,8
Kohle =	28,0	23,5
	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>

ein gutes dagegen eine Mischung von rothem und weissem Weinstein, die Masse zeigte:

kohlensaures Kali	73,9
kohlensauren Kalk	10,6
Kohle	15,6
	<u>100,0.</u>

Es muss also der Operation eine Analyse des Gemenges vorhergehen. Die Kohle muss hinreichen, das Metall zu reduciren, und die Kohlensäure des kohlensauren Kalks in Kohlenoxyd zu verwandeln.

Ofen, Retorte und Vorlage.

Abweichend von dem früher (*Fig. 5.*) angegebenen Ofen, ist dieser *Fig. 7.*, in der Mitte weiter als oben und unten, 14 Zoll. Die Tiefe ist dieser Breite gleich. Die Höhe über dem Roste beträgt $1\frac{1}{2}$ Fuss. Vorn am Ofen befindet sich in einer Oeffnung ein Eisenring von 5 Zoll Durchmesser, und in diesen passt eine Platte von Gusseisen, welche mit einer Oeffnung versehen, das Abzugsrohr durchgehen lässt. Der Rost besteht aus fünf eisernen, beweglichen Stäben von 11 Linien Dicke, welche 10 Linien Zwischenraum lassen. Die Retorte ist die schon erwähnte schmiedeeiserne Quecksilberflasche, ihr Abzugsrohr ist 4 Zoll lang.

Vorlage. Es ist diess eine flache viereckige Büchse von 2 Linien dickem Eisenblech, an einer Seite offen, an der andern in einen Hals zusammen gezogen. Der Kasten ist 11 Zoll lang, $4\frac{1}{2}$ Zoll breit und $2\frac{1}{4}$ Zoll im Lichten. Der Hals, in welchen das Abzugsrohr genau passt, ist $4\frac{1}{2}$ Linien lang. Der obere Deckel des Kastens ist beweglich, abnehmbar, und wird bei der Operation mit Klemmschrauben dicht aufgeschoben. Die Figuren 8, 9, 10 dienen zur Erläuterung. *A* Unterkasten. *B* Oberplatte. *C* der ganze Kasten.

Gang der Operation.

Herstellung der Weinsteinkohle. Ein Gemenge von rohem

und gereinigtem Weinstein, im richtigen Verhältniss der Bestandtheile, wird in einem eisernen Tiegel verkohlt. Der Deckel ist mit einer Oeffnung zum Abziehen der Dämpfe und Gase versehen. Die Masse sinkt bei der Verkohlung zusammen, aber man darf sie nicht zusammendrücken und muss einfach nachfüllen; so bleibt die Masse porös, schwammig und zusammenhängend. Der Tiegel wird hierauf aus dem Feuer genommen, mit befeuchteten Tüchern umschlagen, um eine schnelle Abkühlung zu bewirken und die Bildung von Cyankalium zu verhindern, welche nachträglich eine Verstopfung der Destillationsröhre veranlassen könnte.

Hierauf wird die Masse in haselnussgrosse Stücke getheilt, nicht pulverisirt und ohne weiteren Zusatz von Kohle in die Retorte gebracht. 800 — 900 Gramm, also beinahe 2 Pfd. werden zur Beschickung genommen.

Die Retorte wird im Ofen durch zwei feuerfeste Steine gestützt, welche so zugehauen sind, dass sie die Feuerwirkung auf die Retorte möglichst wenig beeinträchtigen. Damit die Retorte fest liege, wird sie mittelst eines Thonballens an der Hinterseite des Ofens festgedrückt. Das Abzugsrohr darf nur 1 Linie weit aus dem Ofen hervorragen.

Langsam und allmählig erhitzt man nun den Ofen, damit er sich allmählig erwärme. Man giebt abwechselnd Lagen von angebrannten und kalten Holzkohlen und Kohks auf, und lässt das Feuer gleichmässig auf alle Theile der Retorte einwirken. Nachdem sie dunkelrothglühend geworden ist, befreit man ihren oberen Theil von den glühenden Kohlen, und streut gepulverten und geglühten Borax auf. Derselbe fliesst an ihren Seiten herab und überzieht sie auch unterhalb mit einer schützenden Glasurdecke. Hierauf wird wieder frisches Brennmaterial aufgegeben, und das Feuer mit Kohks allein dermassen erhalten, dass die Retorte überall von glühenden Kohlen bedeckt bleibt, und keine kalte Luft dazu kann.

Jetzt entweicht das noch in der Quecksilberflasche enthaltene Quecksilber; hierauf folgen bei zunehmender Hitze Gase mit blauer Flamme brennend, die immer heller wird, zuletzt wird sie von reichlichem weissen Rauche begleitet, von sich verflüchtigendem Kali. Ein Eisenstab, jetzt in das Abzugsrohr

eingeführt, beschlägt mit Kalium, und im Innern der Retorte wird der grüne Dampf des Kaliums bemerkt.

Diese Erscheinung zeigt sich bei eintretender Weissgluth der Retorte meist nach $1\frac{1}{2}$ — 2stündigem Feuer.

Jetzt wird die Vorlage angefügt, mittelst Schrauben auf einer dauerhaften Unterlage befestigt, und mit befeuchteten Tüchern kalt gehalten. Es erscheint sofort eine Flamme am vordern offenen Ende derselben, aber dieselbe enthält nicht viel weissen Rauch (Dampf von regenerirtem Kali), grösstentheils erscheint Kohlenoxydgas. Ist das Feuer zu schwach, verstopft sich die Vorlage, so verschwindet natürlich die Flamme oder wird schwächer. Man muss dann mit dem Krätzer, Bohrer einfahren und gleichzeitig die Hitze im Ofen verstärken. Den Bohrer kann man übrigens gleich von Anfang an in die Vorlage bringen und darin lassen, indem man ihn hin und wieder durch das Rohr stösst.

Bei gehöriger Umsicht geht der Prozess regelmässig und ohne Störung vor sich. Nach einer halben Stunde seit dem Zeitpunkte, wo die Entwicklung anfängt, hat sich alles Kalium in der Vorlage gesammelt, und gewöhnlich fasst eine einzige Vorlage die ganze Menge. Dringt der Bohrer etwa nicht durch die Vorlage, so nimmt man die ganze Vorlage weg und setzt eine andere an. Die Verstopfung findet nämlich nicht im Rohre, sondern stets in der Vorlage statt, und hat hier nichts zu bedeuten. Das Rohr hat die Temperatur des Ofens, so dass sich hier nichts absetzen kann, nach dem Abnehmen der Vorlage ist keine Gefahr vorhanden.

Dass die flachen Vorlagen das Kalium dem Einflusse des Kohlenoxydgases entziehen, ist schon oben angeführt.

Die nach beendigem Prozesse mit Kalium gefüllte Vorlage wird abgenommen und in ein metallenes Gefäss mit Steinöl gebracht. Fängt das Oel Feuer, so dämpft man es leicht durch Ueberlegen eines Deckels. Ist die Vorlage hinlänglich erkaltet, so nimmt man sie heraus, schraubt die Oberplatte ab, schlägt das Kalium mit einem Meissel heraus, und bringt es in mit Steinöl gefüllte Flaschen.

Die Ausbeute von 800 — 900 Gramm (nicht ganz 2 Pfd.)

Weinsteinkohle beträgt 200 — 250 Gramm, fast $\frac{1}{2}$ Pfd. Kalium, als Minimum 150 Gramm.

Rectification des rohen Kaliums durch wiederholte Destillation.

Bald nach der Darstellung des rohen Kaliums muss die Reinigung desselben vorgenommen werden, um die detonirende schwarze Substanz abzuscheiden.

Es wird hierzu der frühere Ofen und eine Quecksilberflasche als Retorte angewendet. Um das rückständige Quecksilber heraus zu schaffen, leitet man in dieselbe im glühenden Zustande trocknes Wasserstoffgas hinein. — Eine solche Retorte kann 500 — 600 Gramm (über 1 Pfd.) Kalium aufnehmen. Sie wird mit einem gebogenen Eisenrohr (Flintenlauf) von 10 Zoll Länge versehen. Das Rohr ragt etwa $3\frac{3}{4}$ Zoll aus dem Ofen heraus. Im Uebrigen ist die Retorte nebst Zubehör aufgestellt, wie die *Fig. 11.* veranschaulicht.

Bei beginnender Destillation verflüchtigt sich zunächst das dem Kalium anhängende Steinöl; man fängt diess in einer Glasvorlage auf. Sobald diess aufhört, wird eine besondere Vorlage für das Kalium angelegt. Es ist diess eine kupferne Büchse von parallelepipedischer Form, 10 Zoll hoch, $3\frac{3}{4}$ Zoll breit und 7 Zoll lang, mit einem Deckel versehen. In den schmalen Seiten sind schräg gegenüber Oeffnungen und Rohransätze angebracht, in deren einen der schräg abwärts liegende Flintenlauf passt; durch die andere Oeffnung kann man mit einer Eisenstange (Bohrer) durch den Kasten hindurch in das Rohr des Flintenlaufs gelangen. Die letztere Oeffnung ist stopfbüchsenartig ausgefüllt, so dass der Eisenstab, welcher zur Beseitigung etwaiger Verstopfungen des Abzugsrohrs hier durchgeht, sich dicht darin bewegt.

Die Vorlage wird mit etwa $1\frac{1}{2}$ Liter, also etwa zu $\frac{1}{3}$ ihrer Höhe mit Steinöl gefüllt, gehörig befestigt und nur die Retorte allmählig zum Dunkelrothglühen gebracht. Vor Beginn der Destillation ist der Theil des Rohrs, welcher im Ofen liegt, einer ziemlich hohen Temperatur ausgesetzt, während der andere, ausserhalb befindliche, fast kalt ist; letzterer muss daher durch eine Spiritusflamme stark bis dicht an den Kasten

erhitzt werden, um keine Störungen im Gange der Destillation durch sich condensirendes Kalium zu erzeugen. So tropft das Kalium ruhig in die Vorlage herab. — Ist die Destillation im Gange, so glüht der Flintenlauf auch ausserhalb in einer Länge von 3 Zoll; dann ist eine weitere Erhitzung desselben sogar unzweckmässig; man muss dann sogar die Vorlage durch nasse Tücher abzukühlen suchen. Glühet das Rohr bis zur Vorlage, so muss die Destillation gemässigt werden; man kühlt auch das Abzugsrohr, und entblösst die Retorte im Ofen etwas von den glühenden Kohlen. Glühet dagegen das Rohr nicht, so muss das Feuer verstärkt werden; man muss mit dem Eisenstabe im Rohre Luft machen, weil sich dann leicht das Kalium darin verdichtet.

Das Ende der Destillation wird dadurch angezeigt, dass die Retorte bei vollständigem Glühen sich befindet, das ausserhalb befindliche Rohr dabei offen, aber kalt ist.

Das Kalium findet sich jetzt in der Vorlage in vollkommen glänzenden metallischen Kugeln. Man erhält davon etwa $\frac{2}{3}$ der rohen Kaliummasse. War letztere sehr unrein, so entwickeln sich gegen Ende der Destillation brennbare Gase, und diesen muss man einen Ausweg durch die Stopfbüchse oder durch ein besonderes angebrachtes Rohr verschaffen. Der Rückstand in der Retorte ist eine schwammige Kohle, welche alles Kali enthält. Das Rohr, mit etwas detonirendem Kali gefüllt, wird in Wasser geworfen.

Eigenschaften des Kaliums.

Das Kalium ist bei gewöhnlicher Temperatur starr, aber weich und lässt sich wie Wachs zwischen den Fingern kneten.

Das feste Kalium zeigt sich auf frischer Schnittfläche silberweiss, mit einem Stich ins Bläuliche, stark glänzend, es läuft aber an der Luft schnell an, sich mit einer Oxydhaut bedeckend. Bei 0 Grad ist es spröde und seine Krystallform scheint der Würfel zu sein, bei $+ 25^{\circ}$ C. ist es halbflüssig, bei 55° C. vollkommen flüssig wie Quecksilber; bei schwacher Rothgluth kocht es und lässt sich destilliren, sein Dampf ist schön grün. Sein spez. Gewicht bei $+ 15^{\circ}$ C. ist $= 0,865$.

Natrium-Darstellung im Kleinen nach Deville.

1. *Materialien.* Zur Natrium-Darstellung dient ein Gemenge aus kohlensaurem Natron, Kreide und Kohle, aus welchem, in schmiedeeisernen Gefässen erhitzt, das Natrium reducirt und in einer Vorlage aufgefangen wird.

Deville hält für die beste Mischung:

kohlensaures Natron	30	Theile
Steinkohle	13	„
Kreide	3	„

Das kohlensaure Natron wird aus dem krystallisirten Salze durch Calcination (Entwässerung) erhalten und, noch warm, fein zerrieben. Ebenso wird auch die Steinkohle und die Kreide pulverisirt und getrocknet. Eine Steinkohle, welche stark gashaltig ist, also mit langer Flamme brennt, ist vortheilhaft; sie wirkt nicht allein reducirend chemisch, sondern auch mechanisch, indem durch ihre Gase ölbildendes Gas und freies Wasserstoff-Gas, die gebildeten Natriumdämpfe rasch aus der Retorte fortgetrieben und der schädlichen Einwirkung des Kohlenoxydgases entzogen werden.

Das Gemenge muss eine solche Zusammensetzung haben, dass es beim Schmelzen nur teigig flüssig, nicht völlig flüssig wird, weil sonst eine Absonderung der Kohle eintritt, und damit ihre Wirkung auf das Natron aufgehoben wird. Daher eignet sich das sogenannte Sodasalz (*sel de soude*) nicht. (Deville benutzte die Steinkohle von Charleroi und eine Kreide von Meudon.)

Die Stoffe werden, jeder einzeln, pulverisirt und gesiebt, dann mit der Hand gemischt und wieder durch ein Sieb geschlagen; es muss nun das Gemenge bald verbraucht werden, damit es nicht Wasser anziehe. Um dies letztere zu verhindern, scheint es vortheilhaft, das Gemenge vorher zu calciniren, weil dasselbe dadurch dichter wird, auf diese Weise davon mehr in die Retorte hineingeht, und somit mehr Natrium mit einem Male in einer Destillation erhalten wird.

2. *Die Retorten* sind die gewöhnlichen grossen Quecksilberflaschen, welche gross genug sind, um 4 Pfd. der gewöhnlichen Masse, von einem bis zum Teigigwerden calcinirten

Gemenge dagegen sogar 7 Pfd. Der Preis der Quecksilberflaschen betrug früher $\frac{1}{2}$ — 1 Franc, also 4 — 8 Sgr.; jetzt von den Goldsuchern in Californien vielfach begehrt, ist ihr Preis auf $2\frac{1}{2}$ — 3 Francs, also 20 — 25 Sgr. gestiegen. Arbeitet man übrigens vorsichtig mit den Retorten, so dass eine Flasche 3 — 4 Mal benutzt werden kann, so lässt sich das Natrium sehr billig herstellen. Deville erhielt so das Kilogramm (2 Pfd.) mit einem Kostenbetrage von 9 Francs 25 Cent., also das Pfd. etwa für 1 Thlr. 15 Sgr.

3. *Fabrikation des Natrium in Quecksilberflaschen.* Die Apparate bestehen, wie bei der Kalium-Darstellung, aus dem Ofen, der Retorte, dem Abzugsrohr und der Vorlage. Der in Fig. 12. abgebildete Ofen ist im Durchschnitte gezeichnet.

Der Feuerraum *C* ist viereckig, mit feuerfesten Steinen ausgesetzt und steht mit einer gutziehenden Esse in Verbindung, deren Zug durch einen Schieber *p* regulirt wird. Der Rost, aus eisernen beweglichen, also wegnehmbaren Stäben bestehend. Der Abzugskanal *q* geht von der oberen Mitte des Ofens aus, um nicht einen einseitigen Feuerzug im Innern zu bewirken. Auf beiden Seiten des Ofens ist oben bei *O* eine Oeffnung zum Aufgeben des Brennmaterials angebracht. Diese Oeffnungen (leicht hergestellt durch Aussparung von ein Paar Steinen der Ofenmauern) werden durch Brennmaterialschüttung gesperrt.

In einer Höhe von $3\frac{3}{4}$ Zoll über dem Roste hat die Ofenwand eine Oeffnung *x*, um eine Eisenstange einbringen zu können, und mit derselben das gleichmässige Niedersinken des Brennmaterials zu reguliren, damit die Retorte stets genau mit den glühenden Kohlen in Berührung bleibe und keine hohlen Räume entstehen. An der Vorderseite hat der Ofen ferner eine quadratische Oeffnung, die mit einer gusseisernen Platte geschlossen wird, in welcher letzteren sich ein Loch befindet, durch welches das Abzugsrohr der Retorte hindurch geht.

Die Retorte, eine Quecksilberflasche, liegt auf zwei feuerfesten Steinen, die ausgehöhlt sind, damit die Retorte eine feste Lage darin finde. Die Steine müssen $7\frac{1}{2}$ Zoll hoch sein. Da Steine im Handel von solcher Höhe und entsprechender Breite nicht zu bekommen sind, so wird man sich dieselben

wohl aus feuerfestem Thon und gepulverter Charmottmasse selbst anfertigen, trocknen und brennen müssen.

Der Raum zwischen Retorte und Ofenwand beträgt $4\frac{1}{2}$ Zoll, doch kann bei guten Kohks und gehörigem Zuge der Feuerraum enger sein.

Das Abzugsrohr für die Retorte ist ein Stück Flintenlauf von $2\frac{3}{4}$ — 3 Zoll Länge, welcher in den Hals der ersteren eingeschliffen und kaum $\frac{1}{2}$ Zoll aus der vorderen Platte des Ofens herausragt. Das vorstehende Ende ist konisch, damit es gut in die Vorlage passt.

Die Vorlage hat im Allgemeinen die Form von der, von Donny und Mareska für die Kalium-Destillation angewandten, mit wenigen Abänderungen. Um sie herzustellen, nimmt man zwei Platten von 1 — $1\frac{1}{2}$ Linie starkem Eisenblech und schneidet sie in der durch *Fig. 13.* angedeuteten Gestalt; die eine von ihnen *A* bleibt oben mit Ausnahme des Endes bei *C*, wo man durch Hämmern über einem Dorne einen halbcylindrischen Hals von 25 Millimeter (1 Zoll und 2 Linien) Durchmesser gestaltet, welcher mit der Platte *B* durch eine möglichst schmale konische Fläche zusammenhängt, so dass, wenn man beide Platten zusammenlegt, bei *D* eine cylindrische Fläche entsteht, die als die Halsöffnung eines schmalen parallelepipedischen Kastens anzusehen ist. *Fig. 14 a, b* zeigt den Durchschnitt senkrecht gegen die Ebene der beiden Platten. Um den hohlen Raum zwischen beiden Platten zu erhalten, werden die Ränder der zweiten Platte *B* rechtwinklich aufwärts gebogen, so dass sie einen 3 Linien hohen Rand bilden. Dieser Rand, so wie die entsprechende Deckplatte *A'* werden genau plan gefeilt, und auf einander geschliffen, so dass beide genau auf einander passen; bei *DD'* bleibt der Kasten offen.

Eine wenig veränderte Vorlage zeigt *Fig. 15.* Man benutzt sie für den Fall, dass sich die Vorlage vollständig mit Natrium füllen soll. Sie ist auch an der Hinterseite, bis auf eine Oeffnung *O*, zum Entweichen der Gase bestimmt, geschlossen.

Für die beste Retorte hält Deville eine solche, bei der die untere Fläche *J* *Fig. 16.* geneigt ist, so dass das Natrium

durch die Oeffnung *O'* ausfliessen muss, während die Gase durch die Oeffnung *O* entweichen können. Die Verbindung der Kastenhälften wird durch zwei kräftige Klemmschrauben bewirkt.

Gang der Operation.

Zunächst wird der Ofen bis zur Oberkante der Tragsteine *KK* mit glühenden Kohlen gefüllt, die Retorte wird mit der angegebenen Mischung beschickt, und auf die Steine durch die Oeffnung *U* eingelegt. Die Schlussplatte *VV* über das Abzugsrohr geschoben, in ihrer viereckigen Fassung befestigt und dicht gemacht. Darauf wird der übrige Raum des Ofens mit kalten Kohks ausgeschüttet, der Schieber ganz geöffnet und Zug gegeben. Sehr bald entweicht Gas aus dem Abzugsrohre der Retorte, welches mit gelber Flamme brennt; nach Verlauf von einer halben Stunde folgt ein weisser Rauch von kohlsaurem Natron, welches, wie bekannt, flüchtig ist. Man untersucht nun, ob sich bereits Natrium-Dämpfe entwickeln. Zu dem Ende fährt man mit einer kalten Eisenstange in das Rohr *T*; sobald sich an dem Stabe Natrium niederschlägt, welches herausgezogen an der Luft verbrennt, wird die Vorlage angelegt. Während nun bei guter Entwicklung die Vorlage hinlänglich erhitzt ist, fliesst das Natrium nach *D* hin. Es tropft nun auch bald herab und wird in einem gusseisernen Mörser *L* aufgefangen, in welchen etwa 1 Zoll hoch rectificirtes Schieferöl eingegeben ist. Sobald man bemerkt, dass die Vorlage stark angefüllt ist, und sich verstopfen will, nimmt man sie ab und ersetzt sie durch eine neue, die jedoch zuvor auf 200 — 300° C. erwärmt sein muss.

Bei Anwendung geschlossener Vorlagen wartet man bis zu dem Zeitpunkte, wo das Natrium bei *O* auszufliessen beginnt, trennt sie von der Retorte und bringt sie in einen gusseisernen Kasten, in welchem sich gereinigtes, bis auf 150 Grad C. erhitztes Schieferöl befindet. Das Natrium fliesst dann aus der Vorlage aus, sammelt sich auf dem Boden des Gefässes und kann später, erkaltet, mit einem Sieblöffel herausgenommen werden. Da das Oel im Kasten durch die fortwährend eingetauchten heissen Vorlagen in der gehörigen Temperatur erhalten, bald aber bis zur Entzündung erhitzt wird,

so muss man durch Ueberdecken die ausbrechende Flamme ersticken, was ohne Gefahr leicht geschieht.

Sollte schon vor, oder bei dem Eintauchen der Vorlage Natrium aus derselben ausfliessen, so hat diess nichts auf sich, da sich das Natrium bei Berührung mit der Luft nicht entzündet.

Bei gutem Gange der Operation bekommt man sogleich reines Natrium-Metall, oft Massen von 100 Gramm (fast $\frac{1}{4}$ Pfd.), welches man nur noch unter einer dünnen Schicht Schieferöl zu schmelzen und letzteres, nachdem das Metall flüssig geworden, zu decantiren hat.

Es erscheint der bei der Kalium-Bereitung so unbequeme und gefährliche schwarze Körper hierbei nicht, und die Natrium-Bereitung hat hierdurch entschiedene Vortheile vor jener voraus.

Soll eine schon gebrauchte Vorlage von Neuem angewendet werden, so muss sie zuvor gereinigt sein. Diess geschieht, indem man die beiden Plattenhälften derselben mittelst eines eisernen Rahmens über einen Behälter, welcher einige Zoll hoch Schieferöl enthält, anbringt, und dann das Natrium mit Hülfe eines an einem hölzernen Stiel befindlichen Meissels abschabt.

Die von den Platten abgeschabte Masse wird, nachdem sich eine gewisse Menge gesammelt hat, aus einer kleinern eisernen Quecksilberflasche destillirt. Zuerst wird das anhängende Steinöl in eine Vorlage von Glas abgetrieben, dann die gewöhnliche Vorlage, der flache Kasten, angelegt, nachdem das Feuer verstärkt war. Die Arbeit ist sehr lohnend und liefert viel Natrium.

Das Natrium wird, nachdem es unter einer dünnen Schieferölschicht geschmolzen und decantirt ist, in eiserne Zainformen zu Stäben gegossen. Man muss sich nur vor Wasser hüten, dann sind keine Gefahren zu befürchten. Das rohe Natrium ist vollkommen rein und bedarf keiner wiederholten Destillation.

Die Reduction des Natriums muss rasch betrieben werden; nach Deville soll eine mit 2 Kilogramm gefüllte Flasche in zwei Stunden erhitzt und abdestillirt sein. — Sobald

die aus der Vorlage tretende Flamme klein wird, hört man mit der Erhitzung auf, um nicht unnöthigerweise die Flaschen zu verbrennen, die bei guter Leitung der Operation ohne Ueberzug 3 — 4 Mal aushalten können. Die Reduction des kohlensauren Natrons durch Kohle erfordert keine so hohe Temperatur, als man bisher annahm, da es sich gezeigt hat, dass die Retorten nicht stärker als die Destillationsröhren der Zinköfen zu glühen brauchen. Die Reductionshitze ist je nach der Beschaffenheit des Gemenges und des kohlensauren Natrons verschieden. Rückstand ist Kohle und Kalk. *)

Eigenschaften des Natriums.

Das Natrium ist bei gewöhnlicher Temperatur 15° C. weich, mit den Fingern zusammendrückbar, bei 60° C. knetbar wie Wachs, bei + 90° schmilzt es, und bei Rothglühhitze verdampft es in farblosen Dämpfen. Sein spez. Gewicht ist bei + 15° C. = 0,972. Auf der frischen Schnittfläche ist es silberweiss und stark glänzend, läuft aber wie das Kalium leicht an, sich mit einer dünnen Oxydhaut bedeckend; es oxydirt sich in der Luft nicht so leicht als Kalium. Fast zum Glühen erhitzt, entzündet es sich und brennt mit gelber Flamme. In der Kraft, das Wasser zu zersetzen, steht es dem Kalium nach, denn es entzündet sich nicht, wenn es auf Wasser geworfen wird; es entzündet sich nur, wenn das Wasser über + 60° C. erwärmt ist, oder wenn man die Natriummasse zwingt, auf einer Stelle des Wassers zu verweilen, was durch Zähmachen der Flüssigkeitsfläche, indem man Traganth darin auflöst oder Fliesspapier auflegt, geschieht.

Continuirliche Fabrikation des Natriums in Cylindern, nach Deville.

1. *Der Ofen.* Der von Deville angewandte Ofen ist für zwei lange schmiedeeiserne Retorten bestimmt; er bemerkt über seine Construction, dass er mit ihr noch nicht zufrieden sei, dass er selbst abrathen müsse, ihn ohne erhebliche Abänderungen so zu construiren, wie er ihn in der von uns wie-

*) Die Gebrüder Rousseau stellen das Natrium fabrikmässig dar. Niederlage Rue de l'école de médecine zu Paris.

dergegebenen Skizze angegeben hat, indem die Feuerung weder ganz zweckmässig, noch ökonomisch sei.

In der *Fig. 17.* ist der Devillesche Ofen abgebildet; er hat die Form eines Flammofens, wie er sonst zum Eisenpaddel-Betriebe angewandt zu werden pflegt, jedoch ist hier der Feuerraum ganz mit Kohks und Steinkohlen angefüllt; der eigentliche Arbeitsplatz, wo die Retorten ihre Hitze empfangen, der Herd, wird eigentlich nur nebenher benutzt, zur Calcination der Materialien, welche hier in thönernen Töpfen aufgestellt werden können; ferner nimmt er die Tiegel der mit Schlacke gemengten rohen Aluminiummassen auf (siehe weiter unten die Aluminium-Darstellung).

Der Rost sowohl als der Feuerraum ist durch eine 40 — 50 Centimeter, 15 — 18 Zoll, hohe Mauer aus feuerfesten Steinen, auf welcher der mittlere Theil des Reductionscylinders ruht, in zwei gleiche Theile getheilt; also hat man damit eigentlich zwei Oefen, welche durch diese Mauer getrennt sind. Dieselben werden durch seitliche Oefnungen *K* mit Brennmaterial besetzt und mit demselben bis oben hin gefüllt. Auf einer Tafel *M* wird dasselbe angehäuft. Zwischen Ofenwand und Cylindern ist demnach ein Zwischenraum von etwa 30 Centimeter (11 Zoll) für das Brennmaterial, ein Raum, der unzureichend ist, um mit blosser Steinkohle die gehörige Hitze zu geben, daher denn von Deville gleiche Theile Kohks und Steinkohle angewandt werden. Eine Feuerbrücke *A*, etwas höher als die Oberseite der Cylinder, trennt den eigentlichen Ofen vom Herde. Durch diese und durch das über ersteren gesprengte Gewölbe *V* bekommt die Flamme eine aufsteigende Richtung und wird gezwungen, die Cylinder zu umspülen.

Die Hitze im Nebenofen, d. h. im Herde dieses Flammofens, steigt offenbar, wenn der Ofen 24 Stunden im Betriebe ist, bis zur Kirschrothgluth, so dass, wenn man hier die Reductionscylinder angebracht, auch vielleicht noch die genügende Hitze erhalten wäre.

2. *Die Reductionscylinder.* Die von Deville benutzten Retorten waren schmiedeeiserne hohle Cylinder, geschweisst und gezogen (aus der Fabrik von Gandillot), von etwa

4 Fuss Länge, $5\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser im Lichten und einer Wandstärke von 4 — 5 Linien, an einem Ende offen, am andern geschlossen. Die eiserne Platte *P*, welche die offene Seite an einem Ende schliesst, ist $\frac{3}{4}$ Zoll stark. In die Bodenfläche des geschlossenen Endes ist excentrisch, dicht an der Cylinderwand, ein Loch gebohrt und in dieses wird das Abzugsrohr genau eingesetzt (eingeschmirgelt). Das Abzugsrohr ist nur $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und $\frac{3}{4}$ Zoll weit im Lichten. Das Ende tritt konisch in den Hals der Vorlage. Die andere Oeffnung der Retorte, durch welche das Material eingebracht wird, ist durch einen mit einer Handhabe versehenen, gut passenden Deckel *O*, der konisch in das Rohr eingreift, geschlossen.

Schutz der Retorten. Es ist nun zunächst nöthig, diese kostspieligen eisernen Retorten vor der heftigen Einwirkung des Feuers zu schützen. Diess geschieht durch Ueberziehen derselben mit einer Schicht von feuerfestem Thon, Töpferlehm, Kuhhaaren und Sand, welche Masse durch eine Bestrickung mit Eisendrath darauf haltbar gemacht wird. So vorgerichtet wird sie in ein weiteres Rohr, von feuerfestem gebrannten Thon, von derselben Länge wie die Retorte, von $1\frac{1}{2}$ Zoll Wanddicke und circa 8 Zoll lichtem Durchmesser, eingeschoben und der Zwischenraum mit Charmottemasse ausgefüllt und letztere festgestampft. Ebenso wird auch die Eisenplatte *P* mit Thon überzogen, damit sie nirgends der freien Flamme ausgesetzt ist.

3. *Die Füllung der Cylinder.* Diese bewirkt Deville auf eine höchst sinnreiche Weise. Er füllt das Gemenge von Kreide, Soda und Kohle in dem oben angegebenen Verhältnisse in papierne Patronen und schiebt diese in die Retorten. Es liegt auf der Hand, dass man auf diese Weise und dadurch, dass man das Gemenge calcinirt anwendet, die grösste Masse einbringen kann; sonst nur 20, so aber 40 Pfd. auf ein Mal.

Man verschliesst nun die Retorten durch den Deckel *O*, welcher leicht hineingehen muss, um sich nachträglich leichter wieder wegnehmen zu lassen. Die Fuge verstreicht man nöthigenfalls mit Thon.

Nach beendeter Reduction, nach circa 4 Stunden, spritzt

man etwas Wasser auf den Deckel; hierdurch lässt er sich leichter abnehmen, und man findet nun nach beendetem Prozess die eingelegten Patronen in ihrer ursprünglichen Gestalt, ein Beweis, dass die Massen nicht in Fluss gekommen sind; nur sind sie bedeutend geschwunden, um $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{6}$ ihres Durchmessers. Der Rückstand ist schwammig, und enthält nur noch sehr wenig unzersetztes kohlensaures Natron, daher wird derselbe, um diess zu gewinnen, ausgelaugt.

Damit das Rohr *L* sich nicht durch Staub verunreinige, wird beim Oeffnen der Retorte ein Eisenstab eingeschoben, nach beendeter frischer Beschickung wird derselbe wieder herausgezogen.

Das Einbringen der Patronen geschieht mit einer halbcylindrischen Schaufel; mit einer eisernen Krücke werden sie an ihre Stelle geschoben. — Der Sodastaub ist nur bei nicht calcinirtem Gemenge und bei plötzlicher Erhitzung den Arbeitern unbequem. Die Cylinder werden mit ihrem Deckel wieder geschlossen und, wenn die Natriumdämpfe zu erscheinen beginnen, die Vorlage angelegt.

4. *Vorlage.* Man sollte meinen, dass für grössere Reductions-Apparate (fünf Mal grössere Retorten) auch fünf Mal grössere Vorlagen nöthig wären; diess ist aber nicht der Fall, vielmehr ist es durchaus zweckmässig, die früher angegebene Grösse derselben, wie sie zur Natrium-Bereitung in Quecksilberflaschen diente, auch hier beizubehalten. Sobald eine Vorlage gefüllt ist, wird sie durch eine neue ersetzt. Deville versuchte grössere Vorlagen, die sich ausserdem schwerer handhaben liessen, kam aber auf die kleineren zurück.

Alles was wir früher über die Leitung der Operation bei Darstellung des Natriums aus Quecksilberflaschen gesagt haben, gilt auch hier, so dass in dieser Beziehung nichts zuzufügen ist.

Die Arbeit ist leichter und für die Arbeiter weniger beschwerlich und wohlfeiler in Betreff der Handarbeit, als bei Darstellung des Natriums im Kleinen.

Der Ofen sollte nur noch für mehrere Retorten eingerichtet sein, um das Feuermaterial rationeller benutzen zu lassen. Die Cylinder sammt ihrer Umkleidung fand Deville nach

einem 10tägigen Betriebe unversehrt. (Dingl. polytechn. Journal. Band 41. Seite 303. Annales de Chimie et Physique. April 1856.

Darstellung des Aluminiums aus Chloraluminium im Grossen, nach Deville.

1. Das Material. Chloraluminium-Bereitung.

Die hierzu angewandte Thonerde ist eine durch Calcination von eisenfreiem Alaun dargestellte. Das Calciniren geschieht in gusseisernen Cylindern oder Töpfen, ähnlich denen, welche in der Beinschwarz-Fabrikation angewendet werden. Sie werden in den zur Natrium-Darstellung dienenden Flammofen eingesetzt. Der Alaun wird bis zu starker Rothglühhitze gebracht, darauf pulverisirt und mit Steinkohlentheer bis zu einem beinahe flüssigen Teige zusammengemischt. Der Teig wird gehörig durchgearbeitet, in Töpfe gebracht, diese mit Deckeln bedeckt, in den Ofen gebracht, und darin so lange gelassen, bis keine Theerdämpfe mehr entwickelt werden; die kohlige Masse wird heiss verwendet.

Es folgt nun die Behandlung der Thonerde mit Chlor. Zur Entwicklung des Chlors dient eine Batterie von 8 grossen Steingutflaschen, deren jede 45 Liter Salzsäure enthält. Alle 24 Stunden werden 4 davon beschickt, während die andern sich abkühlen. Die vier gleichzeitig Chlor entwickelnden Flaschen leiten ihr Gas durch bleierne Röhren, die äusserlich gut gekühlt sind, durch eine Flasche mit concentrirter Schwefelsäure, um das Wasser im Chlor zurückzuhalten, hierauf noch durch eine Flasche mit Chlorcalcium für denselben Zweck, dann in das Gemenge der Thonerde.

Die Retorte *C* Fig. 18., welche das Gemenge enthält, ist eine thönerne Gasretorte von 300 Liter Inhalt, von nicht ganz der Länge der zur Leuchtgasbereitung im Grossen angewandten. Sie steht vertikal im Ofen *AB*. *F* ist die Feuerung desselben. *gg* der Rost. *c* der Aschenraum. Die Flamme gelangt über die Brücke *P* in die Züge *nnnn*, welche die Retorte spiralförmig umziehen, um zuletzt in die Esse *N* einzumünden. Die Retorte ist unten mit einer durch die Schraube *V* andrückbaren Steinplatte verschliessbaren quadratischen

Oeffnung *X* versehen. Von hinten her mündet durch die Oeffnung *O* ein Porzellanrohr in die Retorte. Diess Rohr mit Thon und Kuhhaaren gedichtet, ist zum Schutze äusserlich noch mit einem durchstossenen hessischen Tiegel umgeben, und führt das Chlorgas bis in die Mitte des Thonerdegemenges.

Eine quadratische, $3\frac{3}{4}$ — 4 Zoll weite Oeffnung am oberen Theile der Retorte, wird durch eine feuerfeste Thonplatte bedeckt. Durch diese Oeffnung wird das Material, das Thonerdepulver, in dem Masse nachgeschüttet, als es bei der Sublimation verschwindet. 10 Zoll unter der Oberplatte hat die Retorte eine Oeffnung *Y*, und ein thönernes Abzugsrohr nach der Kammer *L*, in welcher das dampfförmige Chloraluminium sich verdichtet.

Die Kammer ist viereckig. Ihre Bodenfläche hat 3 Fuss Seitenlänge und ist 3 Fuss 6 Zoll hoch. Sie hat die Wand *B* gemeinschaftlich mit dem Ofen, wodurch sie Wärme von diesem empfängt; die übrigen Wände sind dünn in Ziegelstein aufgeführt und unterhalb mit einem Gewölbe versehen. Die Deckplatte *M* ist beweglich, sie besteht aus einer grossen Fayanceplatte. Das Innere der Kammer ist ebenso mit Fayanceplatten ausgefüttert, und ihre Fugen sind mit fettem Thon gedichtet. Eine an der Unterseite der Kammer angebrachte, 8 — 12 Quadratzoll grosse Oeffnung setzt dieselbe mit beweglichen, innerhalb mit Blei ausgefütterten Holzröhren, in welchen sich fortgerissenes Chloraluminium ansetzt, in Verbindung. Diese Röhren münden mit einer engen Oeffnung in eine gutziehende Esse.

Es versteht sich von selbst, dass man den Ofen ganz allmählich anheizt, dass man zunächst eine vollständige Austrocknung, sowohl der Retorte als der Kammer bewirken muss.

In die Kammer wird zu dem Zwecke ein besonderer kleiner eiserner Ofen gebracht, derselbe geheizt und später herausgenommen. Die Retorte, mit Steinkohlen nur allmählich erwärmt, bleibt vorläufig oben offen, damit sie gut austrockne. Hierauf wird die frisch bereitete, noch warme Thonerde eingetragen, die Platte *Z* aufgelegt und nun kräftiges Feuer gegeben, bis die Retorte überall dunkelrothglühend ist. — Jetzt lässt man durch das Rohr *O* das Chlor eintreten, verschliesst

aber die Oeffnung *W* in der Platte *ZZ* nicht früher, als bis sich reichliche Dämpfe von Chloraluminium daraus entwickeln.

Bei gutem Gange der Operationen setzt sich fast alles Chloraluminium als feste dicke Masse an der Platte *M* an, und es lassen sich unter Umständen Kuchen von 100 Pfd. Gewicht von einer Stärke von 4 Zoll erhalten. Sie besteht aus dicht zusammenliegenden schwefelgelben Krystallen. Ist die Thonerdemasse in der Retorte bis auf die Höhe von 1 Fuss herabgesunken, so öffnet man die Platte *X* und lässt die erschöpfte Masse herausfallen und beschickt von *W* aus von Neuem.

Die Masse geht ganz von selbst in der Retorte herunter. Zum Schutze der Retorte, welche bei der Operation besonders in der Nähe des Rohreintritts *O* stark angegriffen wird, muss unten, wo die Flamme in die Spiralzüge eintritt, mit feuerfesten Steinen verblendet werden. Eine Retorte hält höchstens zwei Monat aus. Bei gutem Gange entweicht mit Kohlenoxydgas etwas Chlorkiesel.

Um zu sehen, ob die Retorte irgendwo Risse bekommen hat, kann man in der Wand der Züge Oeffnungen anbringen, die sich mit Steinen verschliessen lassen. Risse verrathen sich durch bläuliche Flammen austretender Gase, und werden mit einem dicken Brei von Asbest und Wasserglas, wenn sie klein sind, verstopft. Da das Chloraluminium hygroskopisch ist, so muss es bald verbraucht werden.

2. Reduction des Chloraluminiums.

Darstellung des Aluminiums.

Aufrecht steht im Ofen *RR Fig. 19.* der Cylinder *A*, welcher bestimmt ist, das Chloraluminium aufzunehmen. Da dasselbe leicht verdampft, so gehört keine grosse Hitze dazu, um es durch die Röhre *Y* in den Cylinder *B* zu treiben. Dieser ist mit 60 — 80 Kilogramm, 1 — 1½ Ctr., eiserner Drathstifte (könnten auch wohl grobe Eisen-Drehspähne sein) gefüllt, und wird durch eine Feuerung *G* zum dunklen Rothglühen erhitzt. In diesem Cylinder wird das im Chloraluminium vorhandene Eisenchlorid in Chlorür verwandelt und so, da dies weniger flüchtig ist, zurückgehalten; ebenso bleibt auch hier die dem Chloraluminium anhängende Salzsäure, ferner

Chlorschwefel, indem Eisenchlorür und Schwefeleisen gebildet werden, zurück.

In dem weiten Rohre *C* setzen sich etwa mechanisch mitgerissene Blättchen von Eisenchlorür ab. Diess Rohr muss, um eine Verdichtung von Chloraluminium zu verhüten, auf 200 — 300° C. erhitzt sein. Der Dampf des Chloraluminiums gelangt nun über die kupfernen Schalen, welche sich im liegenden Cylinder *D* befinden, und mit 500 Gramm (jede einzelne) Natrium gefüllt sind. *)

Der Cylinder *D* ist soweit erhitzt, dass er an seiner Unterseite kaum rothglühend ist; es erfolgt nun eine Einwirkung des Natriums auf das dampfförmige Chloraluminium, wodurch von selbst die Temperatur dermassen gesteigert wird, dass man das Feuer unter *D* wegnehmen muss.

Es bildet sich in den Schalen *J* Chlornatrium, und Aluminium wird frei; da aber fortwährend Chloraluminium zuströmt, so verbindet sich das Chlornatrium mit Chloraluminium zu einem Doppelsalze, welches flüchtig genug ist, um in die nächste Schale zu verdampfen, wo das im Dampfe enthaltene Chloraluminium ebenfalls durch das Natrium zersetzt wird. Die Reaction beginnt in einer Schale immer erst, nachdem sie in der vorhergehenden vollendet ist. Findet man bei dem Oeffnen des Deckels *W* das Natrium in der letzten Schale gänzlich in eine warzenförmige schwarze Masse, welche von einer farblosen Flüssigkeit, Chloraluminiumnatrium, umgeben ist, verwandelt, so deutet diess das Ende der Operation an. Die Schalen werden mit ihrem Inhalt herausgenommen und durch neue ersetzt. Die herausgenommenen Schalen lässt man bedeckt erkalten.

Die schwarze warzenähnliche Masse wird nun aus den Schalen herausgenommen, und in eiserne oder thönerne Tiegel in das Glühfeuer des Natriumofens gebracht, auf den Herd *F* der *Fig.* 17. und so lange darin gelassen, bis die Masse geschmolzen ist, und das Doppelsalz zu verdampfen anfängt. **)

*) Natriumkügelchen, welche Kohlentheile enthalten, müssen sorgfältig ausgelesen werden, weil sie cyansaure Salze oder Cyneide erzeugen, die sich bei nachfolgendem Auswaschen des Aluminiums, bei Berührung mit Wasser, in Ammoniak verwandeln und das Aluminium angreifen.

Man findet das Aluminium am Boden der Tiegel mehr oder weniger rein, darüber eine Schicht von fast reinem Chlornatrium; diese letztere wird weggenommen. Nun sollen jene kleinen Massen, welche eine grosse Oberfläche bieten, für Auflösungsmittel mit Wasser ausgewaschen werden. Hierbei löst sich das Chloraluminium, das Flussmittel, leicht auf und greift die Aluminiummassen stark an, so dass nur diejenigen Kugeln übrig bleiben, die grösser als ein Nadelknopf sind. Offenbar der schwächste Theil der Devilleschen Operationen! Diese Kugeln werden gesammelt, getrocknet und in einem neuen Tiegel zum Rothglühen gebracht, und, wenn sie zum Schmelzen kommen wollen, mit einem thönernen Spatel zerdrückt. Jetzt erst vereinigen sie sich zu einer grösseren Masse, welche in Barren ausgegossen wird.

Aluminium mit überschüssigem Natrium darf nicht zusammengeschmolzen werden, weil sich sonst die Masse entzündet; man schmelzt daher solches Aluminium mit Chloraluminium-Natrium zusammen.

Das so dargestellte Aluminium ist offenbar nicht rein, es hat eine schmutzige unansehnliche Farbe; die Verunreinigungen rühren offenbar von Kupferlegirungen her, welche sich leicht bilden konnten, da von Deville die Schalen XX und der Cylinder D von Kupfer angewandt waren. Das Metall hat dadurch seine Dehnbarkeit eingebüsst (die es im reinen Zustande hat, H. Rose) und schwärzt sich auch nach einigen Monaten.

Die im Obigen angegebenen Apparate waren von Deville angewendet, und im kaiserlichen Laboratorium zu Javel wurden mit ihnen die Aluminiumbarren dargestellt, welche auf der letzten Pariser Industrieausstellung auslagen; das Aluminium war noch unrein. Von den Gebrüdern Rousseau

**) Meistens erfolgt die Reaction des Chloraluminiums und Natriums in den Schalen nicht vollständig, weil das Natrium zum Theil in das gebildete Chlornatrium eingehüllt ist; jedoch reicht das in dem oberen Theile der Schale befindliche Doppelsalz stets hin, um das beim nachherigen Erhitzen der Masse im Tiegel noch vorhandene Natrium in Chlornatrium zu verwandeln, so dass man in den Tiegeln zuletzt Aluminium mit einem grossen Ueberschuss von Chloraluminium hat, was übrigens für das Gelingen der Operation unerlässlich ist.

werden ähnliche Apparate mit einigem Erfolge benutzt, allein Deville gesteht selbst ein, dass dieselben noch einer bedeutenden Verbesserung fähig sind.

Die Reinigung des rohen Aluminiums wollte Deville noch nicht besonders gelingen; er oxydirte bisher die fremden Metalle in einer Muffel. Peligot versuchte mit ziemlichem Erfolge das Abtreiben des Aluminiums mit Blei, und erhielt, wenn auch kleine, doch vollständig hämmerbare Körner.

Der Preis des Aluminiums wird in den Verzeichnissen unserer deutschen Droguisten noch mit 2 Thlr. das Loth angegeben. — Das Loth Natrium kostet ebenfalls 2 Thlr. und das Loth Kalium 2 Thlr. 2½ Sgr. Man sieht, es muss noch viel geschehen, ehe das Aluminium so wohlfeil wird als Zink oder nur Zinn! Die Bereitung aus Chloraluminium mit Natrium scheint hierfür keine Aussicht zu gewähren, aber es bleiben gewiss noch andere Wege übrig, welche die speculative Chemie nur aufzusuchen hat. Von unserem Heinr. Rose ist einer gezeigt, der wahrscheinlich einfacher ist, und die Versuche über Aluminium-Legirungen von Calvert und Johnson weisen schon auf eine metallurgische Behandlung hin.

Eigenschaften des Aluminiums.

In Betreff der Untersuchungen über die chemischen und physischen Eigenschaften des Aluminiums muss von vornherein bemerkt werden, dass dieselben nicht an vollkommen reinem Metall vorgenommen wurden. Das von Deville dargestellte Aluminium erwies sich als eine Legirung von Aluminium mit Eisen, Kupfer und Silicium; denn die Analyse von Salvétat ergab, dass es in 100 Theilen bestand aus:

	Silicium	2,87
	Eisen	2,40
	Kupfer	6,38
Aluminium, aus der Differenz	bestimmt	88,35
		100,00

Heeren fand in dem Aluminium, welches er von der Pariser Ausstellung mitbrachte, und worüber er mit Karmarsch

seine Untersuchungen anstellte, 4,6 Procent Eisen, was leicht erklärbar ist, da die Darstellung grösstentheils in eisernen Gefässen geschieht.

Durch die fremden Beimischungen werden aber offenbar die Eigenschaften des reinen Aluminiums bedeutend modificirt, was zur Genüge aus Calvert und Johnson's und Tissier und Debray's Untersuchungen über Aluminium-Legirungen hervorgeht.

a. **Physische Eigenschaften** (unreines Metall) nach Karmarsch.

1. **Schwere.** Die auffallendste Eigenthümlichkeit des Aluminiums ist seine grosse Leichtigkeit; man glaubt ein Stück versilbertes Holz, statt Metall, in der Hand zu halten.

2. **Das spezifische Gewicht** schwankt zwischen 2,73 — 2,79, je nachdem das Metall bloss gegossen oder auch gehämmert ist; man nimmt es im Mittel für reines Metall als 2,76 an.

3. **Farbe.** Eine reine blanke Fläche des Aluminiums erscheint grau-weiss, von einer Nüance, welche zwischen der Farbe des Zinns und Zinks liegt.

4. **Bruch.** Es ist auf dem Bruche körnig, und zwar ist das Korn um so feiner, je mehr das Metall mechanisch bearbeitet ist.

5. **Härte.** Rohgegossen ist das Aluminium härter als Zinn, aber weicher als Zink und Kupfer, etwa von gleicher Härte mit rohgegossenem feinen Silber. Blech und Drath von Silber ritzen den Gussstab von Aluminium.

6. **Verhalten beim Zerschlagen.** Ein leicht eingeschnittener Gussstab bricht leicht, mit uneben zackig, feinkörniger Fläche, auf welcher einzelne Pünktchen schimmern, die aber im Ganzen ohne Glanz sind; ohne Einschnitt biegt sich und bricht ein Aluminiumstab unter Hammerschlägen nur schwierig ab.

7. **Verhalten unter der Feile.** Das Aluminium lässt sich leicht feilen, setzt sich aber in den Feilhieben fest und verstopft sie wie Blei und Zinn.

8. **Dehnbarkeit.** In dieser Beziehung zeigt sich auch das gegossene (überdiess unreine) Aluminium noch ziemlich

geschmeidig, bekommt aber beim starken Ausplatten viele und beträchtliche Kantenrisse. Zwischen Walzen gestreckt, zeigt es die Kantenrisse noch auffallender; es liess sich, gewalzt, leicht zerbrechen, und hatte dabei eine matte, höchst feinkörnige Bruchfläche, etwa wie gehärteter Gussstahl; dabei zeigte es einen bedeutenden Grad von Steifheit, jedoch ohne auffallende Federkraft. Blech, zu Papier dünn gestreckt, verträgt ziemlich das wiederholte Hin- und Herbiegen, bevor es bricht. Das beim Walzen des Zinks angewandte vortheilhafte Anwärmen zeigte beim Aluminium keinen Erfolg. Drathziehen wollte Karmarsch mit Aluminium nicht gelingen.

In Beziehung auf diese letzteren Eigenschaften ist anzuführen, dass dieselben bei einem Aluminium als Legirung nichts Befremdendes haben. Heinr. Rose fand das von ihm dargestellte reine Aluminium sehr dehnbar, es liess sich leicht ausplatten und zu dem feinsten Blech auswalzen, ohne dass es Risse bekam. Nur die rohen Aluminiummassen, ohne Kugelform, vom Boden des Tiegels genommen, wahrscheinlich eisenhaltig, bekommen Kantenrisse. Die bei der Darstellung erhaltenen grössten Aluminiumkugeln, die in ihrem Innern oft Höhlungen zeigen, sind äusserlich meist spröde, im Innern aber weich. (H. Rose.)

b. Chemische Eigenschaften, nach Heeren.

1. Salzsäure wirkt äusserst heftig auf das Aluminium ein, und löst das Metall unter stürmischer Entwicklung von Wasserstoffgas auf zu einer Flüssigkeit, welche bei längerem Kochen an der Luft, in Folge des Eisengehalts, sich gelb färbt.

2. Verdünnte Schwefelsäure löst es langsamer als Salzsäure; concentrirte Schwefelsäure scheint in der Kälte gar nicht einzuwirken, löst aber erhitzt das Metall unter Entwicklung von schwefliger Säure langsam auf.

3. Concentrirte Salpetersäure, sowohl kalt als warm, wirkt nicht im geringsten. Verdünnte Salpetersäure übt in der Kälte und selbst beim Erwärmen eine so geringe Wirkung aus, dass es zweifelhaft scheint, ob die sich entwickelnden Gasbläschen wirklich einer stattfindenden Auflösung oder einer Oxydation zuzuschreiben sind.

4. Essigsäure wirkt in der Kälte sehr wenig, aber doch bemerklich, in der Wärme schneller, wobei sich Wasserstoffgas entwickelt.

5. Aetzende Kalilauge löst das Aluminium mit der grössten Heftigkeit schon in der Kälte auf, mit derselben stürmischen Gasentwicklung, als die Salzsäure. Das beigemengte Eisen scheidet sich dabei in Gestalt eines grauschwarzen, im Sonnenlichte glänzende Flitterchen zeigenden Pulvers ab, welches sich leicht in Salzsäure unter Entwicklung von Wasserstoffgas lösen lässt.

Auf Kohle- und Kieselerdegehalt wurde von Heeren nicht untersucht.

Nach diesem chemischen Verhalten scheint das Aluminium unstreitig zu den elektropositiven Metallen zu gehören, und vielleicht an der Spitze derselben, noch vor dem Zinke, zu stehen. Die Indifferenz gegen Salpetersäure ist zu erklären wie bei dem Eisen, welches dieser concentrirten Säure gegenüber in den sogenannten passiven Zustand übergeht.

Da das Aluminium in Beziehung auf Salzsäure und Kali dem Eisen voransteht, so mag es auch das Eisen in Bezug auf Passivität übertreffen.

Der Schmelzpunkt des Aluminiums (d. h. des unreinen) mag etwa bei 700° C. liegen, der Schmelzpunkt des Zinks = 432° , der des Messings = 900° angenommen. Als Flussmittel beim Schmelzen ist Borax und Salpeter, wie leicht einzusehen, nicht anwendbar, da diese das Metall stark angreifen, wohl aber Chlorkalium und Chloraluminium-Natrium.

Das Aluminium hält sich an der Luft sehr gut, und erträgt selbst Glühhitze, ohne sich merklich zu oxydiren, doch scheint sich, wie beim Zink, ein feines Häutchen von Oxyd (Thonerde) zu bilden, welche dem Weitergreifen der Oxydation Schranken setzt. Dies Häutchen scheint auch das Zusammenfliessen der Aluminiumkügelchen beim Schmelzen zu hindern.

In Betreff der Krystallform scheint das Aluminium nach H. Rose nicht zum regulären System zu gehören, wie Deville annimmt, der octaedrische Krystalle bemerkt haben will.

Legirungen des Aluminiums.

Wir besitzen über diesen interessanten Gegenstand Abhandlungen von Tissier und Debray und von Crace Calvert und Johnson.

Es liegt auf der Hand, dass ein Metall von so geringem spezifischem Gewichte mit anderen Metallen, von sehr hohem spezifischem Gewichte, in grösserer Menge zusammengeschmolzen, durch seine Masse das Ansehn der letzteren, ihre Farbe in hohem Grade modificiren muss. Da das Gold sieben Mal schwerer als das Aluminium ist, so wird $\frac{1}{7}$ Gewichtsmenge Aluminium eine eben so grosse Masse darstellen, als 1 Gewichttheil Gold. Da Silber (spez. Gew. 10,5) fast vier Mal schwerer als Aluminium ist, so wird bei gleichen Massen Aluminium und Silber das erstere nur $\frac{1}{4}$ vom Gewicht des letzteren betragen. Kupfer ist drei Mal schwerer als Aluminium.

Das Aluminium verträgt im Allgemeinen, wie Zink, schwer fremde Metalle. Dieselben ertheilen ihm Härte, ohne ihm seine Hämmerbarkeit ganz zu benehmen. Ein Aluminium, was $\frac{1}{20}$ Eisen oder Kupfer enthält, kann fast gar nicht mehr bearbeitet werden.

Wir betrachten zuerst die Legirungen, in denen fremde Metalle als Zusatz zu Aluminium genommen werden.

10 Theile Kupfer machen das Aluminium so spröde wie Glas und veranlassen das Schwarzwerden der Legirung an der Luft; mit 5 — 6 Procent Kupfer lässt es sich leicht bearbeiten; über 10 Procent Kupfer machen dasselbe weiss und so hart wie das Metall der Teleskopspiegel. Gold und Silber machen es weniger spröde, kleine Mengen von Gold, Zink und Zinn machen es glänzender, aber es bleibt hämmerbar. Eine Legirung von 5 Theilen Silber und 100 Theilen Aluminium lässt sich wie reines Aluminium bearbeiten; sie hat den Vorzug, dass sie härter ist und eine schöne Politur annimmt. 3 Theile Silber und 97 Theile Aluminium haben als Legirung eine sehr schöne Farbe und wird von Schwefelwasserstoff gar nicht verändert. $\frac{1}{10}$ Gold benimmt dem Aluminium nichts von seiner Hämmerbarkeit. Diese Legirung ist weniger hart als die Silberlegirung. $\frac{1}{1000}$ Wismuth macht das

Aluminium so spröde, dass es trotz wiederholten Ausglühens beim Hämmern Kantenrisse bekommt.

97 Theile Aluminium und 3 Theile Zink bilden die interessanteste der Zinklegirungen; sie ist wenig härter als Aluminium, obgleich sehr hämmerbar; an Glanz steht sie hinter keiner andern Legirung des Aluminiums zurück.

Eisen vereinigt sich leicht mit Aluminium; die Haken, mit denen man das flüssige Aluminium im Ofen bei der Darstellung umrührt, überziehen sich dabei mit einer glänzenden Schicht, und sehen wie verzinnt aus. Eine Legirung mit 1 — 2 Procent Natrium zersetzt das Wasser leicht, was unangenehm bei der Darstellung ist, wie schon früher angegeben wurde; durch Schmelzen mit Kalisalpeter (?) kann man das mit Eisen und Natrium verunreinigte Aluminium schnell davon befreien (?).

Aluminium als Zusatz zu andern Metallen.

In geringer Menge zu andern Metallen gesetzt, verändert das Aluminium deren Eigenschaften vortheilhaft. $\frac{1}{20}$ Aluminium giebt dem Kupfer Glanz und Farbe des Goldes und macht es so hart, dass es eine Münzgold-Legirung ritzt, trotz dem bleibt es vollkommen hämmerbar. $\frac{1}{10}$ Aluminium giebt dem Kupfer eine blasse Goldfarbe und grosse Härte; polirt hat die Legirung Stablfarbe und ist sehr hämmerbar. 5 Theile Aluminium mit 100 Theilen Silber legirt, giebt ein Metallgemisch, welches so hart ist, wie das mit Kupfer legirte Silber. Hierdurch ist man im Stande, dem Silber eine Härte zu ertheilen, ohne es mit einem giftigen oder sich oxydirenden Metalle zu verbinden; es werden die Eigenschaften des Silbers in diesem Verhältnisse vom Aluminium nicht geändert. 5 Theile Aluminium und 95 Theile Eisen legirt, zeigten für das Eisen keine wesentliche Veränderung; es konnte wie früher gehärtet werden. Eine Legirung von 85 Procent Kupfer fängt an gelb zu werden, vielleicht schon bei 82 Procent ($\text{Cu}_2 \text{ Al}$).

Die Aluminiumbronce, 10 Theile Aluminium und 90 Theile Kupfer, ist nicht nur in der Wärme schmiedbar, sondern widersteht auch den Einflüssen der Atmosphäre und von Schwefel-Ammonium; ihre gelbe Farbe ist sehr schön, steht aber hinter der von 95 Kupfer und 5 Aluminium zurück.

Ueber Legirungen von Aluminium mit Eisen, mit Kupfer und Legirungen von Eisen mit Kalium, nach Aequivalenten.

Während die Darstellung von Legirungen bisher nach Gutdünken und Gewohnheit geschah, während man sie für blosse Gemische hielt, gingen Johnson und Calvert für diesen Zweck von dem Gesichtspunkte aus, dieselben sich nach stöchiometrischen Gesetzen bilden zu lassen; denn dass sich unter gewöhnlichen Umständen nach bestimmten Proportionen keine Legirungen bilden, sagen sie, rührt daher, dass ein oder mehrere von den Metallen, aus denen die Legirung besteht, im Ueberschuss vorhanden sind und dass die wirkliche stöchiometrisch zusammengesetzte Verbindung in der Masse des im Ueberschuss vorhandenen Metalls erstarrt, gerade so, wie wenn man Wismuth und Schwefel in einem Tiegel zusammenschmelzt, wobei dann bekanntlich deutliche Krystalle von Wismuth oder Schwefel sich in einem Ueberschuss von Schwefel oder Wismuth befinden, welcher nicht krystallisiren konnte. Ist es doch fast erwiesen, dass das gewöhnliche Glas ein Gemenge von durchsichtigen Glaskrystallen in amorpher Glasmasse ist, wie sich beim Anätzen mit Flusssäure zeigt, wobei die Krystallspitzen zum Vorschein kommen.

Calvert und Johnson suchten hiernach Legirungen in stöchiometrischen Verhältnissen darzustellen, und deren chemische und physische Eigenschaften zu bestimmen. Von ihren Versuchen ist die Darstellung einer Eisenaluminium-Legirung für uns wichtig, da sie einen Fingerzeig für eine wohlfeilere Aluminium-Darstellung geben kann.

Es wurden

8 Aequiv. Chloraluminium	= 1076
4 „ Eisenfeile . . .	= 1120
8 „ Kalk	= 224

mit einander gemischt und zwei Stunden lang der Weissgluth ausgesetzt. Der Kalk wurde zugesetzt, um das Chlor aus dem Chloraluminium zu entfernen, und so das Metall-Aluminium frei zu machen, wird der Kalk als Chlorcalcium von obigem Verhältnisse abgezogen, so hätte man eine Legirung von folgender Zusammensetzung erhalten müssen:

1 Aequiv. Aluminium	14 = 9,09
5 „ Eisen . . .	140 = 90,91
	100,00

Die Legirung, welche am Boden des Tiegels gefunden wurde, bestand jedoch in 100 Theilen aus:

Aluminium	12,00
Eisen . .	88,00
	<u>100</u>
entsprechend der Formel 1 Aequiv. Alum.	= 11,11
4 „ Eisen	= 88,89
	<u>100,00</u>

Die Legirung war ausserordentlich hart, rostete aber an feuchter Luft, konnte jedoch geschweisst und geschmiedet werden.

Als obigen Mischungen wenig, sehr fein gepulverte Holzkohle beigegeben und das Ganze zwei Stunden in einem Schmiedefeuer einer hohen Temperatur ausgesetzt war, wurde eine Legirung erhalten, welche bei der Analyse folgende Zusammensetzung ergab:

Aluminium	12,09
Eisen . .	87,91
	<u>100,00 *)</u>

In der Masse von Chlorcalcium und Kohle, welche im Tiegel zurückblieb, befand sich aber eine grosse Anzahl Kügelchen von der Grösse einer Erbse bis zu der eines Stecknadelknopfs. Diese Kügelchen waren silberweiss und ausserordentlich hart; sie hatten ausserdem die merkwürdige Eigenschaft, in Berührung mit feuchter Luft (selbst mit Salpetergas) nicht zu rosten.

Ihre Analyse ergab in 100 Theilen:

Aluminium	24,55
Eisen . .	75,45
	<u>100,00</u>
entsprechend der Formel 2 Aequiv. Alum.	28 = 25,00
3 „ Eisen	84 = 75,00
	<u>112 100,00</u>

Diese Legirung hat also dieselbe Zusammensetzung wie

*) In unserer Quelle steht:

Aluminium	87,91
Eisen . .	12,09

was offenbar in Betreff der Zahlen eine Verwechslung ist.

die Thonerde, indem das Eisen die Stelle des Sauerstoffs in der letzteren einnimmt.

Diese Kugeln wurden mit schwacher Schwefelsäure behandelt, welche das Eisen auszog und das Aluminium zurückliess, von derselben Form wie vor dem Auflösen des Eisens. Das so gewonnene Aluminium besass alle Eigenschaften des auf dem bisherigen Wege dargestellten.

Eine Mischung von Thonerdesilikat od. Kaolin = 1750 Thle.

Kochsalz = 1200 „

Eisen = 875 „

geben ebenfalls eine metallische Masse und Kügelchen, indess behalten sich Johnson und Calvert, da ihnen die Resultate hierbei noch nicht genügten, vor, auf diesen Versuch später nochmals zurückzukommen.

Legirungen von Aluminium und Kupfer.

Um sie zu erhalten, wird dieselbe chemische Reaction, wie zur Darstellung der Eisenlegirung benutzt, es wurden angewendet:

20 Aequiv. Kupfer . . . = 640

8 „ Chloraluminium = 1076

10 „ Kalk . . . = 280

Die gut gemischten Substanzen wurden eine Stunde einer hohen Temperatur ausgesetzt; es fand sich am Boden des Tiegels eine mit Chlorkupfer bedeckte Masse, und in dieser Kügelchen, welche bei der Analyse folgende Zusammensetzung zeigten:

Kupfer = 91,53

Aluminium = 8,47

100,00

entsprechend der Formel 5 Aequiv. Kupfer . 160 = 91,96

1 „ Aluminium 14 = 8,14

174 100,00

Es wurde wiederum eine Mischung von Chloraluminium mit Kupfer gemacht, aber der Kalk weggelassen, es ergab sich eine Legirung von folgender Zusammensetzung:

Kupfer 87,18

Aluminium 12,82

100,00

entsprechend der Formel

3 Aequiv. Kupfer	96 = 87,27
1 „ Alumin.	14 = 12,73
	110 100,00

Legirung von Eisen und Kalium.

Ein Gemisch von feiner Eisenfeile und Weinstein wurde von Johnson und Calvert in folgendem Verhältniss gemacht:

12 Aequiv. Eisen	336 Gran oder 3 Aequiv. Eisen
8 „ Weinstein	1504 „ „ 2 „ Kalium.

Das Gemenge in einem Tiegel einer hohen Temperatur ausgesetzt, gab einen grossen Metallknopf, welcher bei der Analyse ergab:

Eisen	= 74,60
Kalium	= 25,40
	100,00

welches der Formel entspricht

4 Aequiv. Eisen	. . 112 = 74,17
1 „ Kalium	. . 39 = 25,83
	151 100,00

Anstatt also eine Legirung in dem angewandten stöchiometrischen Verhältniss zu erhalten, bekam man eine, welche mehr Eisen enthielt. Diese Legirung hatte ganz das Ansehn von hämmerbarem Eisen und liess sich schmieden und schweissen; sonderbarer Weise war sie aber ausserordentlich hart, so dass bei gewöhnlichen Temperaturen ein schwerer Vorschlaghammer kaum einen Eindruck hervorbrachte und die Feile sie nur wenig angriff. Ebenso auffallend ist es, dass in dieser Legirung, obgleich sie von einem der stärksten elektropositiven Metalle, dem Kalium, 25 Procent enthielt, doch das Eisen sowohl in der Atmosphäre, als unter Wasser sich rasch oxydirte.

Ein Gemisch von dem angegebenen Verhältniss, von Weinstein und Eisen, mit etwas feingepulverter Kohle gab:

Eisen	81,42
Kalium	18,58
	100,00

entsprechend der Formel 6 Aequiv. Eisen 168 = 81,16

1 „ Kalium	39 = 18,84
	207 100,00

Sie hatte wahrscheinlich einen Ueberschuss an Eisen, war aber der vorigen in den Eigenschaften gleich. Das kohlen-saure Kali statt des Weinsteins anzuwenden, weil billiger, war erfolglos.

Darstellung der Erdalkalimetalle, des Magnesiums, Baryums, Strontiums und Calciums.

1. Electrolytische Darstellung des Magnesiums, nach Bunsen.

Das Material hierzu ist eine wasserfreie Chlorverbindung des Magnesiums, das sogenannte Chlormagnesium.

Um diess darzustellen, wird basischkohlensaure Magnesia (die *Magnesia alba* der Apotheken) in Salzsäure gelöst. Man giebt nun zur Lösung so viel Salmiak, dass Ammoniakflüssigkeit keinen Niederschlag von Magnesia hervorbringt, macht dann die ganze Flüssigkeit durch Ammoniak schwach alkalisch (um geringe Menge von Kieselerde auszufällen), neutralisirt sie nach der Filtration wieder mit Salzsäure, verdampft zur Trockne, erhitzt den trocknen Rückstand von Salmiak haltigem Chlorammonium-Magnesium bis zur anfangenden Verflüchtigung des Salmiaks, dann zerreibt man ihn möglichst schnell, um Wasseranziehung zu vermeiden, und erhitzt, so lange noch Dämpfe von Salmiak entweichen und bis das zurückgebliebene Chlormagnesium geschmolzen ist. Die ganze Masse wird auf ein Mal erhitzt. Statt eines grossen Platintiegels wird hierbei ein hessischer Tiegel genommen, in dessen unteren Theil eine anschliessende Platinschale gesetzt wird, in welcher sich das geschmolzene Chlormagnesium sammelt.

Das so erhaltene Chlormagnesium ist schon bei schwacher Rothgluth, wie die meisten Verbindungen des Chlors mit Metallen, flüssig, und somit für electrolytische Zersetzung höchst geeignet.

Man wählt nun einen Tiegel von $3\frac{1}{2}$ Zoll Höhe und 2 Zoll oberer Weite und theilt durch eine bis zur Mitte von oben eingesetzte Porzellanplatte denselben in zwei Abtheilungen, siehe *Fig. 20*. Ein Deckel von einer gebrannten Thonplatte, welche an zwei Stellen durchbohrt ist, wird darüber gedeckt. Durch die Oeffnungen des Deckels werden die beiden Pole einer nur aus ein Paar Kohlenzinkketten bestehen-

den Batterie gesteckt. Diese Polenden bestehen aus einer dichten Kohlenmasse, wie sie sonst zu den sogenannten Bunsenschen Elementen angewendet wird; sie sind wie *Fig. 21.* *a* und *b* gefeilt und werden durch die Kohlenkeilstücke *dd* festgeklemmt. Zugleich befestigt man in der hiermit entstehenden Fuge zwei Platinplatten, welche den Strom vom positiven und negativen Pol der Batterie zuleiten.

In dem Polendstück *a* sind aber sägeförmige Einschnitte gemacht, welche dazu dienen, das metallische Magnesium aufzunehmen. Dasselbe kann sich in ihnen festsetzen, und steigt so nicht, als spezifisch leichter, wie Chlormagnesium an dessen Oberfläche, um hier wieder zu verbrennen.

Man erhitzt nun zuerst den Tiegel mit Deckel und Polstücken versehen, bis zum Rothglühen, füllt ihn mit geschmolzenem Chlormagnesium bis zum Rande, und schliesst die Kette; am positiven Pol wird Chlor entwickelt, vor welchem durch die Thonplatte das am negativen Pol sich abscheidende Metall geschützt wird. Die Reduction des Magnesiums geschieht sehr schnell, und in kurzer Zeit lässt sich ein mehrere Gramme schwerer Metallregulus erhalten.

Reduction des Chlormagnesiums mittelst Kalium.

In eine 3 — 4 Linien weite Glasröhre, welche an einem Ende zugeschmolzen ist, werden 10 — 12 erbsengrosse Kaliumkugeln und darüber Chlormagnesium in groben Stücken gebracht. Man erhitzt letzteres bis zum anfangenden Schmelzen des Kaliums, und lässt dann durch Steigen der Röhre dasselbe durch das Chlormagnesium fließen, wobei die Zersetzung unter starker Luftentwicklung erfolgt. (Liebig.)

Oder man leitet die Dämpfe von Kalium, welches sich im hinteren zugeschmolzenen und etwas abwärts gebogenen Theile einer Glasröhre befindet, über erhitztes Chlormagnesium, welches in den horizontalen Theil der Röhre gebracht ist. (Bussy.)

Behandelt man diese auf die eine oder andere Weise erhaltene Masse mit Wasser, so löst sich Chlorkalium, und Magnesium bleibt in Gestalt kleiner Flittern oder Kugeln zurück, welche unter einer Decke von Chlornatrium bei gelinder Roth-

glühhitze zu grösseren Massen zusammen geschmolzen werden können.

Eigenschaften des Magnesiums.

Das mittelst Kalium dargestellte Metall ist sehr dehnbar, so dass es zu dünnen Plättchen ausgehämmert werden kann (es enthält etwas Kalium beigemengt). Das durch Elektrolyse dargestellte lässt sich leicht feilen, bohren, sägen und etwas platt schlagen, zeigt aber eine kaum grössere Dehnbarkeit als Zink bei gewöhnlicher Temperatur; es enthält kleine Mengen von Silicium und Aluminium.

Das Magnesium ist auf dem frischen Bruche, je nach Art seiner Zertrümmerung, bald schwach krystallinisch grossblättrig, bald feinkörnig, selbst fadig; im ersteren Falle silberweiss und sehr glänzend, im letzteren Falle mehr bläulich-grau und matt. Seine Härte ist nahe der des Kalkspaths; schon eine mässige Rothgluth bringt es zum Schmelzen; spez. Gew. = 1,743.

An trockner Luft ist das Metall unveränderlich, und verliert seinen Glanz an der Oberfläche nicht. In feuchter Atmosphäre dagegen überzieht es sich aber sehr bald mit einer Schicht von Magnesiahydrat. Bis zum Glühen in der Luft erhitzt, entzündet es sich selbst und verbrennt mit intensiv blendend weissem Lichte zu Magnesia. Bei der Verbrennung im Sauerstoff ist die Lichtintensität ausserordentlich. *)

Reines kaltes Wasser wird von dem Magnesium nur sehr langsam zersetzt, säurehaltiges aber sehr schnell. Auf wässrige Salzsäure geworfen, entzündet es sich augenblicklich. Concentrirte Schwefelsäure löst es nur sehr schwierig. Durch ein Gemenge von Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure wird es sogar in der Kälte gar nicht angegriffen. In Chlorgas verbrennt es nach vorhergegangener Erhitzung, schwieri-

*) Ein 0,1 Gramm schweres Stück gab beim Verbrennen im Sauerstoffgase eine Lichtintensität = 110 Wachskerzen. Da das im Sauerstoff verbrennende Magnesiumstück um 6 – 8 Mal kleiner, als der wirksame Theil einer Kerzenflamme ist, so lässt sich annehmen, dass bei gleicher Grösse des brennenden Magnesiumstücks die Flamme desselben eine 500 Mal stärkere Lichtintensität hat als eine Kerzenflamme.

ger in Bromgas. In Schwefel- und Joddampf verbrennt es sehr schnell. (O t t o.)

2. Darstellung des Baryum.

Aus Baryterde oder kohlensaurem Baryt wurde mit Wasser ein Teig gebildet. Quecksilber in eine Vertiefung des Brei's, welcher auf eine Platinplatte gebracht war, geschüttet und die Platinplatte einerseits, das Quecksilber anderseits mit den Polen einer galvanischen Batterie in Verbindung gesetzt; es entsteht ein Baryumquecksilberamalgam. Dasselbe wird in einer retortenförmig gebogenen Glasröhre, die mit Wasserstoffgas gefüllt ist, destillirt. (D a v y, 1808.)

Ein anderes Verfahren ist, die Baryterde mit Kalium zu zerlegen. In einen offenen Flintenlauf wird Baryterde gebracht, etwas davon entfernt Kaliumstückchen. Zuerst wird trocknes Wasserstoffgas durch das Rohr geleitet, dann die Stelle, wo der Baryt liegt, erhitzt, die Erhitzung theilt sich dem Kalium mit, dieses verflüchtigt sich und reducirt den Baryt. Man lässt unter fortwährendem Wasserstoffgasstrom erkalten, und behandelt das Baryumkali mit Quecksilber; letzteres bildet damit ein Amalgam, welches unter Wasserstoffgas abdestillirt wird; das Baryum bleibt zurück. (R e g n a u l t.)

Oder es wird eine gesättigte Chlorbaryumlösung mit Natriumamalgam geschüttelt; es entsteht ein Baryumamalgam, welches, wie das vorige, abdestillirt wird; doch darf man hierbei nicht bis zur Rothgluth erhitzen. (B ö t t g e r.)

Eigenschaften des Baryums.

Das Baryummetall ist silberweiss, hämmerbar, schmilzt bei Rothglühhitze, lässt sich aber nicht destilliren; sein spezifisches Gewicht ist über 1,85; also ist es schwerer als Schwefelsäure.

3. Strontium und Calcium.

Diese beiden Metalle lassen sich ähnlich wie Baryum darstellen. Das Calcium ist ein silberweisses, leicht oxydirbares Metall; das Strontium ist ihm ähnlich; auf elektrolytischem Wege gelingt ihre Darstellung nicht (B u n s e n); nach H a a r e soll das Calcium durch Glühen von Jodcalcium in einem Strome von Wasserstoff- oder Ammoniakgas erhalten werden. (O t t o, unorganische Chemie: Erdmetalle. 2. Band S. 388.)

Das Bor.

Nachdem man gelernt hatte, das Aluminium in grösseren Massen metallisch darzustellen, schritt man zu Versuchen, die Eigenschaft dieses merkwürdigen Metalls, in höheren Hitze-graden sich begierig mit Sauerstoff zu verbinden, zur Reduc-tion anderer Elemente zu benutzen. Unserem Wöhler und Saint Clair Deville gelang es, das Bor auf diese Weise zu isoliren und in drei Modificationen hinzustellen, welche viel-leicht für die einstige Darstellung des krystallisirten Kohlen-stoffs wichtige Andeutungen geben können.

Wir besitzen den Schwefel, Phosphor in krystallinischem und amorphem Zustande, den Kohlenstoff in drei Zuständen, im amorphen, graphitartigen und krystallinischen. In allen drei Modificationen wurde nun neuerdings das Bor von beiden Forschern dargestellt, und es ist nicht wenig Aussicht vor-handen, auch das Silicium in ähnlicher Weise zu erhalten.

1. Darstellung des krystallisirten Bors.

In einem Kohlentiegel werden 80 Gramm Aluminium in dicken Stücken und 100 Gramm geschmolzene und zerklei-nerte Borsäure zusammengeschmolzen. Der Kohlentiegel wird unter Ausfüllung der Zwischenräume in einen Graphittiegel gesetzt, in welchem man die zum Schmelzen des Nickels nö-thige Hitze hervorbringen kann. Man erhitzt während 5 Stunden so stark als möglich, und entfernt stets die Schlacken, welche den Rost des Ofens verstopfen können. Nach dem Erkalten zerschlägt man den Tiegel; man findet in ihm zwei deutlich getrennte Schichten, deren eine glasig ist und aus Borsäure und Thonerde besteht, während die andere metall-artig, blasig und eisengrau aussieht, und mit kleinen leicht erkennbaren Krystallen von Bor besetzt ist. Letztere Schicht besteht aus Aluminium, das seiner ganzen Masse nach von krystallisirtem Bor durchdrungen ist.

Es handelt sich nun darum, dieses letztere zu trennen. Es wird demnach die metallartige Schicht mit siedender Na-tronlauge von mittlerer Concentration behandelt, welche das Aluminium auflöst, dann zur Beseitigung des Eisens mit kochender Salzsäure und zuletzt mit einer Mischung von Fluss-

säure und Salpetersäure, um die Spuren von Silicium wegzunehmen, welche nach der Behandlung des Bors mit Natron dem ersteren noch beigemengt sein könnten.

Das so erhaltene Bor ist nicht ganz rein, es enthält Thonerdeplättchen beigemengt, die man mechanisch auslesen muss, da eine chemische Ausscheidung bis jetzt nicht gelang.

Die erwähnte obere glasartige Schicht mit Wasser gekocht, giebt an dieses viel Borsäure ab, und eine gallertartige Schicht entsteht, welche fast reine Thonerde ist. Diese Abscheidung der Thonerde von der Borsäure steht mit der Einwirkung des Wassers auf andere Borsäure-Salze mit unlöslichen Basen in Einklang.

Physische Eigenschaften des krystallisirten Bors.

Das Bor ist krystallinisch, durchsichtig, von bald granat-rother, bald honiggelber Farbe. Die Farbe desselben ist, wie bei den Edelsteinen, unwesentlich, da sie von einem kleinen Gehalt an Kohle, Silicium, vielleicht auch amorphem Bor herühren kann. Es lässt sich aber erwarten, dass man das Bor auch noch farblos werde darstellen können.

In Bezug auf Glanz- und Lichtbrechungs-Vermögen ist das Bor nur dem Diamant zu vergleichen. Auf dem grossen Lichtbrechungs-Vermögen beruht auch der Metallglanz, welcher Krystalle von so beträchtlicher Dicke, dass das Licht nicht mehr durchdringen kann, zeigt. Wenn man einst das Bor in grösseren Krystallen wird dargestellt haben, so lässt sich vermuthen, dass es ganz das Aussehen des Diamants haben und dessen bedeutende Reflexion und Refraction des Lichts zeigen werde. In der Härte steht das Bor kaum dem Diamant nach. Der Diamant ritzt den nach ihm härtesten Körper, den Korund; das Bor ritzt aber den Korund mit grosser Leichtigkeit, denn ein geschnittener Saphir verlor, mit Borstaub behandelt, ausserordentlich leicht Ecken und Kanten, und wurde auf den Flächen geritzt. Selbst ein geschnittener Diamant, mit dem Borstaub auf einer Unterlage von polirtem Quarz zerdrückt wurde, zeigte sich an allen Berührungsstellen schwach angegriffen. *)

*) Der Saphir ist eine blaue, der Rubin eine rothe krystallisirte

Sonach kann das Bor, wenn nicht als der härteste Körper, doch dem Diamant in dieser Beziehung als gleichstehend angesehen werden.

Die Krystallform des Bors muss noch bestimmt werden. Es wurden von Wöhler und Deville öfter ziemlich grosse Krystalle erhalten; es zeigte sich aber, dass es verwickelt zusammengesetzte Verwachsungen sehr vieler und kleiner, regelmässig vereinigter Krystall-Individuen waren.

Chemische Eigenschaften.

Das Bor ist unter den Elementen dasjenige, welches am schwierigsten von chemischen Agentien angegriffen wird. Sauerstoff ist auch bei starker Erhitzung des krystallinischen Bors ohne Einfluss auf dasselbe. Bei der Verbrennungstemperatur des Diamants oxydirt es sich nur oberflächlich, indem die sich bildende Borsäureschicht der weiteren Oxydation Grenzen setzt. Chlor wirkt stark auf Bor ein; dasselbe entzündet sich in einer Chloratmosphäre bei Rothgluth und wird zu gasförmigem Chlorbor. Wie fast immer das Chlor nicht ganz wasserfrei ist, so bildet sich auch hier ein weisser Rauch; es scheidet sich etwas Borsäure ab. Im Chlorgas erhitzt verbrennt das Bor ohne Rückstand, und man beobachtet ein ähnliches Aufschwellen der Krystalle, wie Dumas diese Erscheinung beim Verbrennen des Diamants im Sauerstoffgase beobachtet hat.

Krystallisirtes Bor und Platin schmelzen auf der Stelle vor dem Löthrohr zu Borplatin, welches nicht schwer schmelzbar ist. Weder verdünnte noch concentrirte Säuren greifen weder in der Kälte, noch in der Hitze das Bor an.

Schwefelsaures Kali verwandelt es jedoch bei Rothgluth in Borsäure, wobei schweflige Säure entweicht.

Aetznatronlauge, siedend, greift ebenfalls nicht an. Na-

Thonerde; gelbe Krystalle nennt man orientalische Topase; unreine oxydhaltige undurchsichtige Krystalle, welche keine ausgezeichnete, meist eine bräunliche Farbe haben, nennt man Korund; im Urgebirge eingewachsene oder im Gerölle vorkommende Thonerde heisst Smirgel.

Thonerde ist vor dem Knallgasgebläse schmelzbar, und giebt ein farbloses Glas. Dieselbe vorher mit chromsaurem Kali befeuchtet, erschien roth (künstlicher Rubin. Gaudin).

tronhydrat oder kohlensaures Natron lösen es dagegen bei Rothgluth langsam auf. Salpetersaures Kali scheint bei dieser Temperatur nicht merklich auf das krystallisirte Bor einzuwirken.

2. Graphitartiges Bor.

Das graphitartige Bor erhält man leicht, wenn man Fluorborkalium mit Aluminium behandelt, und als Flussmittel ein Gemenge von Chlorkalium und Chlornatrium zusetzt. Man bekommt dann kleine Massen von Boraluminium. Diese werden in Salzsäure gelöst, wobei das Bor in der graphitartigen Modification zurückbleibt. Es bildet hexagonale Blättchen von Farbe etwas röthlich, stets undurchsichtig, und von Glanz und Form des natürlichen Graphits und des graphitartigen Siliciums. Etwas graphitartiges Bor erhält man bei der Darstellung des krystallinischen; es bleibt im Wasser suspendirt, nachdem ersteres zu Boden gefallen ist.

3. Amorphes Bor.

Es bildet sich ebenfalls bei der Darstellung des krystallisirten Bors. Das Aluminium kann das Bor nicht in der Masse auflösen, als es frei wird. Nach beendigter Auflösung mit Natron und Säuren findet man eine hellchocoladenbraune Masse, welche alle Eigenschaften des von Gay Lyssac, Thénard und Berzelius gekannten Bors zeigt.

Das amorphe Pulver auf ein Filtrum gesammelt, brennt nach dem Trocknen und Anzünden des Papiers leicht und mit starker Lichtentwicklung zu Borsäure ab, während das graphitartige der Hitze widersteht, und unverändert in der Asche des Papiers gefunden wird.

Das Silicium.

Bei der elektrolytischen Darstellung des Aluminiums aus Chloraluminiumnatrium, wird eine unreine, krystallinische, sehr brüchige Legirung desselben erhalten, welche neben Kohle eine nicht unbeträchtliche Menge Silicium enthält.

Aus dieser Legirung lässt sich, an 10,3 Procent des Aluminiums, Silicium darstellen, welches sich zu dem bisher bekannten pulverförmigen verhält, wie Graphit zur Kohle.

Jenes unreine Aluminium wird in Salzsäure gelöst, es entwickelt sich übelriechendes Wasserstoffgas; nach längerem Kochen mit concentrirter Salzsäure bleibt das Silicium als Rückstand in Form glänzender Krystallblättchen und von ähnlichem Ansehen wie Platinerz. Dieses Silicium kann ohne Veränderung in einem Sauerstoffstrom zum Weissglühen erhitzt werden; es wird durch Flusssäure nicht angegriffen, und von den Säuren löst es nur eine Mischung von Flusssäure und Salpetersäure. Geschmolzenes und rothglühendes Kalihydrat verwandelt es nur schwierig in Kieselerde. Es leitet die Elektrizität wie Graphit, und Deville glaubt überhaupt, dass sich dieses Silicium zu dem bisher bekannten verhalte, wie der Graphit zur gewöhnlichen Kohle.

Verlag von G. Basse in Quedlinburg.

W. Leo: Erster Unterricht im **Bergbau.**

Ein Hülfsbuch für junge Leute, welche sich dem Bergfache widmen wollen, so wie für Bergarbeiter, Gruben-Administratoren und Grubenbesitzer. Nebst einem erklärenden Verzeichnisse der meisten eigenthümlichen, beim Bergbau vorkommenden technischen Ausdrücke. Nach *Hecht's* Vorlesungen bearbeitet. Mit 10 Tafeln Abbildungen. gr. 8.

Preis: 1 Thlr. 5 Sgr.

J. Degousée: Die Anwendung des **Erd- oder Bergbohrers**

zur Aufsuchung nützlicher Mineralien, als Bausteine, Kalk, Stein- und Braunkohlen, Steinsalz u. dgl. m., zum Schürfen oder zur Erforschung der Erzlagerstätten, zum Erbohren von artesischen Brunnen, von Senkbrunnen und von Salzquellen; zur Verschaffung von Wasser- und Wetterlosung in den Grubenbauten und Steinbrüchen, wie auch zur Erforschung des Grundes für ökonomische und bauliche Zwecke, und endlich zum Sprengen von Felsen unter dem Meeresspiegel.

Mit einem Heft Abbild. gr. 8. geh. Preis: 1 Thlr. 25 Sgr.

F. Le Play: Beschreibung der Hütten-Prozesse, welche in Wales zur Darstellung des **Kupfers**

angewendet werden. Nebst Untersuchungen über den jetzigen Zustand und die wahrscheinliche Zukunft der Kupferproduction und des Kupferhandels. Deutsch bearbeitet von *C. Hartmann*. Mit 4 Tafeln Abbildungen. gr. 8. geh.

Preis: 1 Thlr. 15 Sgr.

Eine ausgezeichnete, höchst gründliche Monographie über die beste Darstellung und Gewinnung des Kupfers.

Malaguti und Durocher: Ueber das Vorkommen und die Gewinnung **des Silbers.**

Nebst vielen neuen Versuchen über die Natur, die Verbindungen, die Amalgamation und mehrere andere Zugutemachungsmethoden dieses wichtigen Metalles. Deutsch von *C. Hartmann*. gr. 8. geh. Preis: 1 Thlr. 5 Sgr.

Die Steinkohle.

Theoretisch - praktische Abhandlung über die fossilen Brennstoffe, als Steinkohle, Kohlenblende, Braunkohle etc. Von *M. A. Burat*. Aus dem Französischen übersetzt. Mit Abbildungen. gr. 8. geh. Preis: 1 Thlr. 15 Sgr.

Ein Werk von höchster Wichtigkeit für Producenten und Consumenten fossiler Brennstoffe. Der Verfasser hat bereits durch seine „Angewandte Geologie“ und andere mineralogisch - geognostische Werke seinen europäischen Ruf begründet.

C. Hartmann: Die neuesten Fortschritte des **Steinkohlen - Bergbaues.**

Mit 12 Tafeln Abbildungen. gr. 8. Preis: 1 Thlr. 10 Sgr.

W. Leo: Praktische Belehrungen über die Aufsuchung, Prüfung und Gewinnung der

Stein - und Braunkohlen

und des Torfes. Für Jeden, der sich dafür interessirt und damit beschäftigt. Mit 2 Tafeln Abbildungen. gr. 8. Preis: 15 Sgr.

E. Leo: Die Aufsuchung, Gewinnung und Förderung **der Braunkohlen.**

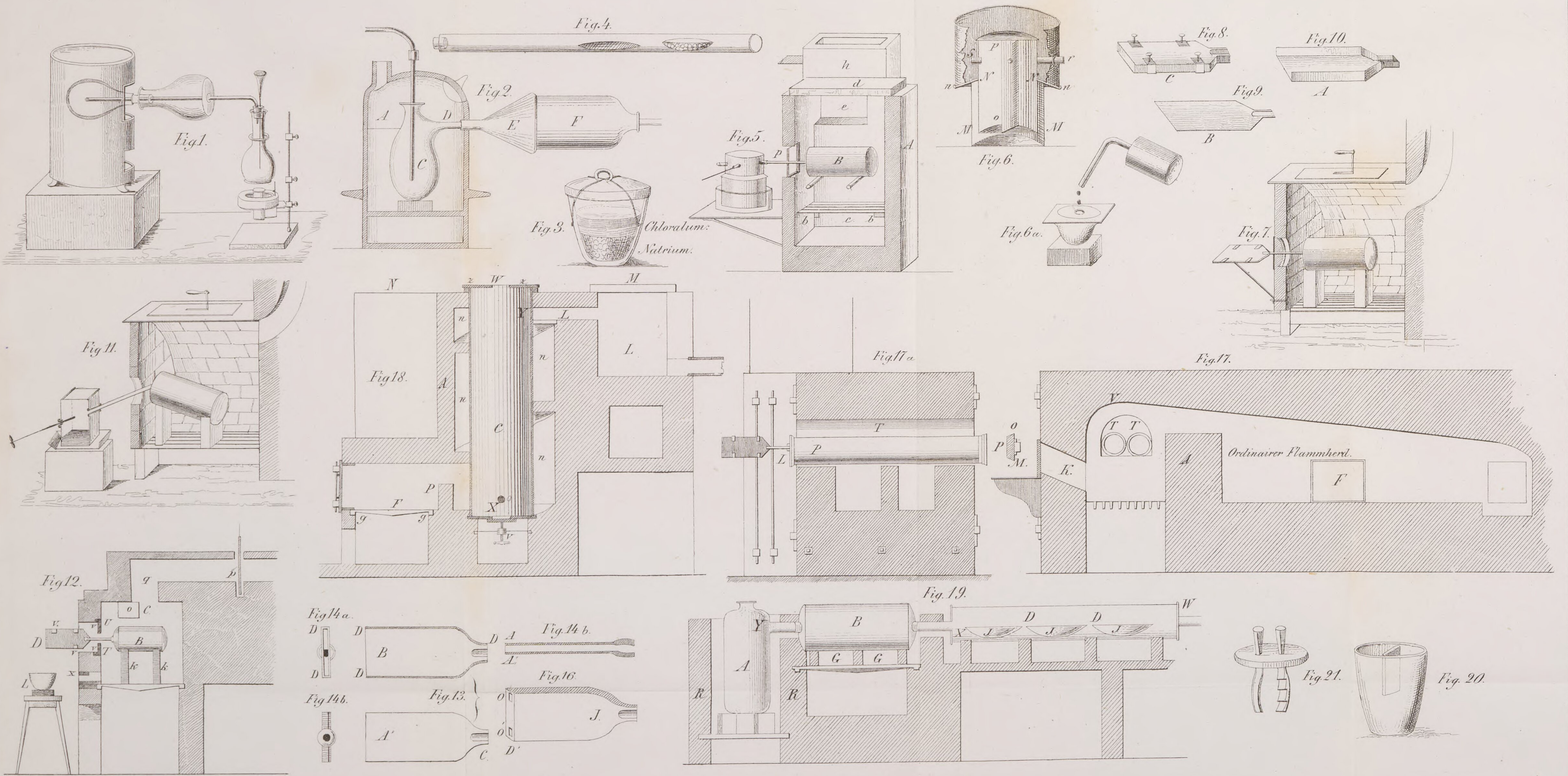
Nach den neuesten Erfahrungen. Enthaltend: Belehrungen über die Braunkohlen - Formation, die Schurf- und Bohrarbeiten, die Grubenbau - Veranstaltungen, die Zimmerarbeiten, die Gewinnung und Förderung, die Aufbereitung, die Maschinen - Arbeit, den Gruben - Haushalt etc., sowie Tafeln zur Berechnung der Sohlenlängen und Seigerteufen. Für Braunkohlen - Bergbau - Unternehmer und - Beamte allgemein fasslich dargestellt. Mit 12 Tafeln Abbildungen. gr. 8.

Preis: 1 Thlr. 15 Sgr.

E. Leo: Theoretisch - praktische Anleitung zum **Tunnelbau**

und allen dahin einschlagenden Arbeiten des Nivellirens, der Erd- und Gesteinarbeiten, dabei nöthigen Zimmer- und Mauerarbeiten. Ein Lehrbuch für Bau-, Eisenbahn- und Strassenbau - Ingenieure. Mit 8 Tafeln Abbildungen. gr. 8. geh. Preis: 25 Sgr.

Ausser einer Abhandlung über die verschiedenen Gebirgsarten, enthält die Schrift: 1) Das Nivellement Behufs des Tunnelbaues, 2) die Erd-, Gesteins- und Sprengarbeiten, 3) das Bohren der Licht- und Wetter-schächte, 4) Zimmerung und Mauerung bei Tunnelbauten, 5) Ausführung und Kostenberechnung der Tunnelbauten.



senachte, 4) Zimmerung und Mäuerung der Tunnelbauten, 5)
 und Kostenberechnung der Tunnelbauten.

Uhlenhuth, Eduard

Die Darstellung des Aluminiums, Kaliums, Natriums, Magnesiums, Baryums,
Strontiums, und Calciums und der Metalloide Bor und Silicium nach den
neuesten Arbeiten von Saint-Clair Deville, Wöhler, Heinrich Rose, Brunner,
Bunsen u. A. zusammengestellt
Bd.: 1

Quedlinburg (1858)

Chem. 309 d-1

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10074061-0